המרכז לחינוך
מדעי וטכנולוגי
אוניברסיטת תל-אביב

ניסן תשנ"ח | אפריל 1998 | המחיר 35 ש"ח

כתב עת להוראת מדעים וטכנולוגיה

אאוריקה!

גיליון מספר 6

ילדים בעידן הידע



כתב עת להוראת מדעים וטכנולוגיה

אאוריקה!

5

ISSN 4IFSN 0793-6109

בתובת המערכת:
רח׳ טאגור 35 רמת אביב, ת״א
ת.ד. 39017 מיקוד 61390
טל: 03־6436753 פקס: 03־6430427
e.mail: lamda@netvision.net.il

כתב העת יוצא ביוזמתם של:
המרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי
אוניברסיטת תל־אביב

למדע מרכז ארצי למורי המדע והטכנולוגיה בבתי הספר היסודיים

מו״ל: הוצאת רמות - אוניברסיטת תל אביב

איור שער: נ׳ודית אשר
איורים בעמ׳ 2-3, 10-12: נ׳ודית אשר



פתח דבר

על שולחני מחשב. הוא מצויד בחיבור לאינטרט, בתוכנת דואר אלקטרוני, בתוכנת שיחות (ICQ) ובמילון עברי-אנגלי ממוחשב. אלה לא מותרות, אלה הם כלי עבודה.
כאשר אני מסיים את יום העבודה ומגיע הביתה, בין המקלחת, הארוחה והמטלות האישיות, תמיד יש לי לפחות שעה מול המחשב, לענות למכתבי חברים, לחפש מידע חשוב או לבקר באתר ממולץ. זה לא בילוי, זה אורח חיים.
הטכנולוגיה כאן היא מלת המפתח. בתוכה גלום המושג תקשוב. מרשל מקלוהן, שטבע את המושג הידוע ״הכפר הגלובלי״ בדברו על עולמנו ההולך ומצמצם גבולותיו, התייחס גם לאמצעי התקשורת כהרחבה של יכולות האדם: אנחנו רואים ושומעים למרחוק יותר, וזרועותינו מגיעות למקומות אליהם לא הגיעו בעבר.
הטכנולוגיה היא גם שהפכה אותנו לאנשים הרוצים את הכול כאן ועכשיו. הבישול שהתחיל פעם שעה וחצי לפני הארוחה, מסתיים עם צלצול המיקרו גל תוך עשר דקות.
ואיגרת שפעם התנודדה על פני ימים בין השולח לנמען, מגיעה כפקס תוך דקות מקצה העולם לקצהו.
זכך חוברות המיידיות והגלובליזציה ויוצרות אדם המודרני היושב לו במרכז הכפר, זרועותיו הארוכות מגיעות לכל קצותיו, והקצב בו הוא אוסף מידע, מתגבר מרגע לרגע. עכשיו הבעיה היא מה יעשה עם מה שהצליח לאסוף.
גיליון מספר 6 מוקדש לנושא היחס בין ילדים וידע. הוא אינו עוסק בהכרח בעתיד. עידן הידע כבר כאן, גם אם לא כולנו חשים בו באופן אישי ומקצועי.
לעידן הידע זה לא מפריע. כמו שלבנק לא מפריע קשיש המתעכב שעה ארוכה, פעם אחר פעם, מול הכספומט ואינו מצליח להבין לאשורו את הקשר בין כרטיס הפלסטיק לשטרות הכסף, עד שמישהו צעיר יותר (ולו רק ברוחו) נחלץ לעזרתו.
בידינו הבחירה אם להיות הקשיש או מי שמסייע לו, באופן אישי ובאופן לאומי. בידינו גם הכוח להשפיע על עיצוב ילדנו בדרכם להיות העוזרים בעולמם או הנעזרים.

לאחר שישה גיליונות אני מסיים את תפקידי כעורך כתב העת ומבקש להודות לכל אלה שצעדו עימנו, על הרבה אהבה, התעניינות וביקורת בונה.

קריאה נעימה,

ערן אבני





תוכן העניינים

מדורים

תחום:
חינוך

נושא:
הוראה/למידה

מושגי מפתח:
שפה
שפה חזותית
מציאות אמיתית
מציאות וירטואלית
ידע סימבולי
ידע פילוגנטי
ידע אונטוגנטי
ידע ייצוגי
ייצוג וירטואלי
סייבר-ספייס
למידה
למידה סימבולית
למידה התנסותית
רשת למידה
טכנולוגיות ידע
דפוס
היפר-טקסט
היפר-מדיה
מולטימדיה

מידע ותקשורת
רכישת ידע ומיומנויות לטיפול במידע הם מרכיב בסיסי בהשכלתו ובעצמאותו של כל אדם.
התפתחות טכנולוגיות הידע מאמצעי כתיבה והדפסה ועד לטכנולוגיות דיגיטליות.
השפעת טכנולוגיית הידע על תפיסת מושג הידע.

אופיו של הידע הייצוגי השתנה מהותית במעבר מסמלי הדפוס לעולם הדיגיטלי של היפרטקסט והיפר מדיה. כתוצאה מכך, מתחוללים שינויים יסודיים גם במיומנויות הלמידה ובארגונה, המחייבים יצירת תוכנית לימודים הסתגלותית חדשה

השפעת הטכנולוגיה על היחס בין ילדים לידע

פרופ׳ דוד חן

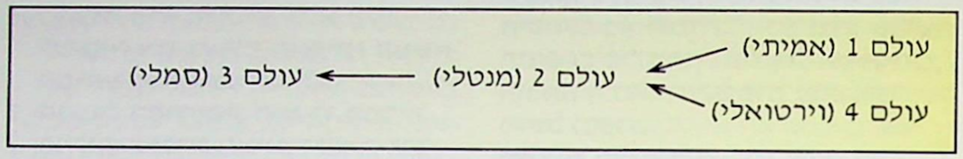
היכולת של המין האנושי ללמוד ולבנות ידע פרטני התפתחה במשך ארבעה מיליון שנים דרך אינטראקציה ישירה עם עולם המציאות.
מיומנויות חושיות-מוטוריות סיפקו את המודל העיקרי ואת הערוץ שדרכו התבצעה הלמידה של האדם. תפיסה ישירה ומניפולציה פיסית משמשים עד היום כאמצעים העיקריים בלמידה אצל תינוקות וממשיכים לשמש את האדם הלומד מעבר לשלב של רכישת שפה.
לפני כמאה אלף שנה הופיעה לראשונה במסגרות תרבותיות שונות היכולת לייצג את העולם האמיתי בצורת ציורים, פסלים וחפצים שימושיים. ״מציאויות וירטואליות״ אלה, מעשה ידי אדם, הן בעלות צורה זהה, מקבילות לעולם האמיתי, ובעיקרון, לא דורשות מכניזם למידה שונה מהמיומנויות החושיות-מוטוריות, שכבר התפתחו קודם לכן.
היתה זו ההתפתחות הנוספת של מערכות השפה והכתיבה, שהתערבה בתהליכי עיבוד המידע והבניית הידע של האדם. כדי להבין שפה וכתב היה צורך ביצירת יכולות פענוח של סמלים מופשטים, שאין קשר אנלוגי (מקביל) או איזומורפי (דומה בצורה) בינם לבין האובייקט שאותו הם מייצגים. היכולת לייצג את המציאות באופן סימבולי דרשה שתי תכונות עיקריות: הצורך להשתמש במכניזם פענוח סמנטי במערכת הלמידה, שיאפשר את הבנת המידע המקודד אצל קולט המסר מחד, ואת קידודו (כתיבתו) על ידי מייצר המסר מאידך. יעילות קוגניטיבית מוגברת בדרך של דחיסת מידע מקודד בסמלים. כך לדוגמה, מעבירה המילה ״כד״ לקורא בדרך חסכונית מאוד את המסר האומר, כי הכותב מבקש להציג בפניו כלי קיבול למים, מעשה ידי אדם, וגם אם אנשים שונים רואים בדמיונם כדים שונים, המסר עדיין עובר בהצלחה.
במצב הנוכחי של התפתחות הציביליזציה רוב הידע הציבורי נצבר ונאגר בצורה סימבולית (מידע אלפא-נומרי המורכב מאותיות ומספרים) בכתב ובדפוס. לכן, רוב הלמידה והבניית הידע כיום עוברים דרך למידה סימבולית פורמלית. כל תרבות בית הספר מכוונת לשליטה בידיעת קרוא וכתוב ובהכרת המספרים. תלמיד שאינו שולט במיומנויות אלה נידון לכישלון בגין העדר גישה לאוצרות הידע האנושי. פילוסוף המדע קרל פופר הציע מסגרת מושגית המתארת את היחס שבין הפיסי למנטלי או במלים אחרות, בין האובייקטים לבין הייצוגים ההכרתיים שלהם. מערכת זו מורכבת משלושה עולמות: עולם 1 הוא העולם המציאות המוחשי (עולם העצמים החומרי); עולם 2 הוא העולם המנטלי (המתקיים במוחו של האדם בתהליכי חשיבה והכרה); ועולם 3 הוא העולם הסימבולי המייצג את המציאות (טקסטים ספרותיים או מדעיים, כולל סימנים מתמטיים).
את המסגרת הרעיונית של פופר ניתן להרחיב כדי לנתח את היחס בין ילדים, ידע ציבורי והשינויים הנובעים מהצגת הטכנולוגיות הדיגיטליות. טענתי היא, שלטכנולוגיות הידע החדש השפעה עמוקה ומהותית על יחסי לומד-ידע ושהן מחוללות שינויים בסיסיים במיומנויות הלמידה, בארגון הלמידה ובתרבות הלמידה. לסיכום, אציג מודל עבודה השואף לממש את העקרונות הבסיסיים של היחס בין ילדים לידע, במסגרת מערכת למידה חדשנית ומותאמת ״מודל בית הספר כרמים למען העתיד״.

הרחבת מודל הידע של פופר

לפי תיאוריית המידע של שנון (Shannon), יחידת המידע הבסיסית היא זו הדרושה להבחנה בין שתי אפשרויות או שני מצבים. יחידה זו המכונה BIT, היא ריקה מבחינה סמנטית (כלומר, היא חפה מכל משמעות וניתנת ליישום בכל עולם תוכן); לא ניתן להשתמש בה כאבן בניין לידע. כאמור, המודל של פופר לידע מבחין בין שלוש ישויות העולם האמיתי, המנטלי והסימבולי (עולם 1, 2 ו-3 בהתאמה). עולם 2 מקביל לידע אונטוגנטי (ידע זה נמצא במוחו של הפרט ומצטבר במהלך החיים עם התפתחות הפרט) ועולם 3 לידע פילוגנטי (הידע הקולקטיבי המצטבר של החברה) או ציבורי. הידע הפילוגנטי מרוכז באמצעות הייצוג של מערכות כתב ומספרים ונצבר בספרים ובמחשבים.

הכותב הוא ראש ביה״ס לחינוך, אוניברסיטת תל אביב

ברצוננו עתה להוסיף פרטים ולהרחיב את המודל של פופר.
המודל המורחב מתואר באיור הבא:



איור 1: מודל העולם של פופר מורחב

במודל הנוכחי נוסף עולם 4, המתייחס למציאות וירטואלית. הוא נוצר על ידי האדם באופן מלאכותי; הוא לא העולם האמיתי, אך הוא מוחשי למחצה ובעל צורה זהה (איזומורפי) לעולם האמיתי. והחשוב מכול, כשידע אונטוגנטי נבנה בעולם 2, אותו מנגנון למידה משמש ביחסים עם עולם 1 ועם עולם 4. צורת למידה זו דורשת בעיקר שפה חזותית, תפישה, ולעתים, מניפולציה מוטורית. צורת למידה זו שונה לחלוטין מעיבוד מידע שבבסיס למידה בעולם 3. אין כאן צורך בתהליכי הפענוח המורכבים המשמשים אותנו בלמידה מטקסט, כלומר פענוח סמלים והקניית משמעות לייצוגים המופשטים. פענוח מערכות סמלים מיוחד למין האנושי והתפתח מאוחר מאוד בסולם האבולוציה.

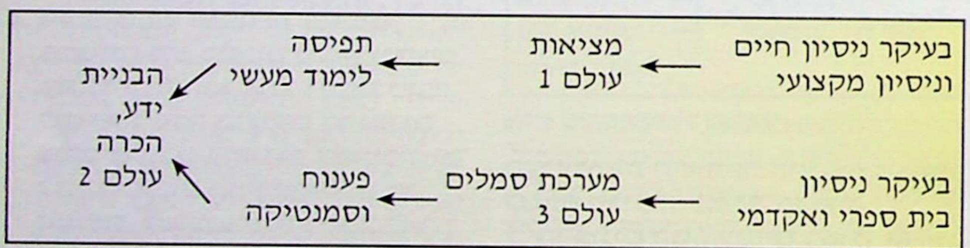
לאחר הצגת המודל השאלה היא, באילו דרכים משנה הטכנולוגיה את היחס בין ילדים לידע, ומהן ההשלכות של שינויים אלה על מערכת החינוך. הפילוסוף האמריקני ג'ון דיואי (Dewy) ציין, שהלמידה הפורמלית בבית הספר מכוונת ברובה ללמידה סימבולית; קריאה, כתיבה וחשבון הם עדיין אבני היסוד של החינוך. לפי הפסיכולוג פיאז'ה (Piaget), דורשת רכישת קרוא וכתוב פעולה פורמלית. יחד עם זאת, חלק משמעותי מאוכלוסיית התלמידים בכל העולם לא מסוגל להתמודד עם פעולות פורמליות. 30 אחוז מאוכלוסיית העולם בגילאים 15-65 הם אנאלפבתיים, ולפי הערכות מסוימות, שיעור האוריינות המדעית בין יודעי קרוא וכתוב הוא בין שמונה לעשרה אחוזים בלבד. הכול מצביע על כך שלמידה סימבולית, שהיא ייחודית כל כך למין האנושי, מחולקת באופן מאוד לא שווה באוכלוסייה.

בשלב זה ניתן לסכם ולומר, שהבניית הידע על ידי לומדים מתבצעת בשני ערוצים עיקריים:

1) ישיר - למידה התנסותית על ידי אינטראקציה עם העולם האמיתי (עולם 1). פיאז'ה הגדיר ערוץ זה כלמידה חושית-מוטורית ומוחשית. מנקודת מבט אבולוציונית, סוג למידה כזה נשקל ונבחר עוד מתחילת קיומו של המין האנושי, ולכן, סביר להניח, שהוא מעוגן היטב בתשתית הביולוגית.

2) לא ישיר - למידה סימבולית על ידי אינטראקציה עם העולם המיוצג (עולם 3). ערוץ זה דורש מנגנון קוגניטיבי של פענוח המספק את הפרשנות הסמנטית (משמעות) למערכת הסמלים (טקסט, מספרים).

מפרספקטיבה אבולוציונית, מופיעה יכולת זו כחלק ממערכת השפה, ומאוחר יותר עם התפתחות מערכות הכתב. נראה שמשך הזמן האבולוציוני להתפתחות ערוץ למידה זה היה קצר למדי. דבר זה עשוי להצביע על כך, שמיומנות זו לא קיבלה מספיק זמן כדי להתבסס באוכלוסייה בקנה מידה התנסותי. איור 2 מסכם את המצב.



איור 2: שני האופנים העיקריים של למידה

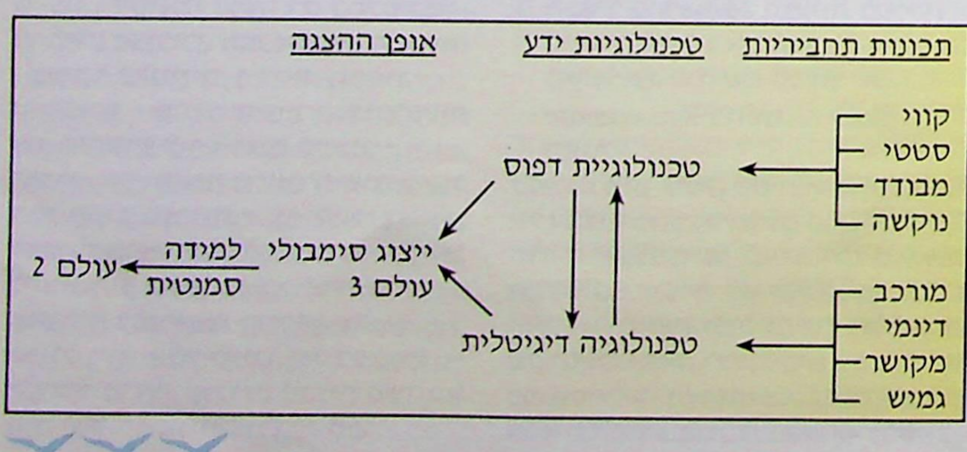
הערוץ שבין עולם 1 ועולם 2 מנוצל בעיקר דרך ניסיון החיים והניסיון המקצועי. הערוץ שבין עולם 3 ועולם 2 מנוצל בעיקר בבית הספר ובאוניברסיטאות. שני הערוצים מתקיימים יחד, אך כפי שציין דיואי, השני הוא הדומיננטי בחברה המודרנית.

עתה נעמוד ביתר פירוט על התכונות של עולם 3 ועולם 4 בהתייחס לטכנולוגיית ידע. בטכנולוגיית ידע אנו מתכוונים לטווח רחב של טכנולוגיות, מכתיבה ודפוס ועד לווידיאו, טלוויזיה, מחשבים ואמצעי תקשורת. מה שמרכזי לדיוננו כיום הוא המעבר מן הדומיננטיות של הדפוס לטכנולוגיות דיגיטליות.

איור 3 מציג את הפרטים הנוגעים לשינויים הטכנולוגיים בעולם 3.

טכנולוגיית הדפוס היא טכנולוגיית הידע הדומיננטית מאז המצאתה על יד גוטנברג במאה ה-15. כעיקרון, יצרה טכנולוגיית הדפוס גודש ידע ואיפשרה את הפצת הידע בין ההמונים. לידע מודפס יש את התכונות הבאות:

1. קוויות - ידע המוצג בצורה קווית, כמו אותיות, מלים, משפטים ופרקים, והיוצר טקסט שלם. הפענוח מתבצע בכיוון אחד, מן ההתחלה אל הסוף.
2. סטטיות - מצב הידע המוצג בכתב ובדפוס. ברגע שהטקסט הודפס, נשאר המתאר (קונפיגורציה) ללא שינוי.
3. בידוד - היחידות השונות של הידע המודפס, בין אם בספר, בפרק או בדף, עומדות בדרך כלל לבדן, מבודדות פיסית ממאגר הידע הציבורי.
4. נוקשות - היחסים בין המרכיבים השונים של הידע המודפס נשארים קבועים; ניתן לשנות את סדר הפענוח, אך לא את היחסים האמיתיים המרחביים.



איור 3: שינויים טכנולוגיים בעולם 3

כפי שנראה בהמשך, לכל התכונות האלה יש השפעה אדירה על העשייה החינוכית, למרות שבשלב זה אנו רוצים לחקור את היקף השינויים בתכונות התחביריות, שנחשפו עם הצגת הטכנולוגיה הדיגיטלית. השינויים ייחקרו בעזרת אותם ארבעת ממדים (קוויות, סטטיות, בידוד ונוקשות) כפי שאפשר לראות באיור 3, הצגת ידע סימבולי בפורמט דיגיטלי, עשויה לא לשנות את הסמנטיקה, גם אם האיכויות התחביריות ישתנו משמעותית. לפורמט הדיגיטלי התכונות הבאות:

1. המימד הכולל של ידע משתנה מקווי למורכב. המונחים היפרטקסט והיפרמדיה מתארים מבני ידע מורכבים, השונים זה מזה והחסרים ארגון היררכי.
2. הידע המיוצג הופך להיות דינמי ולא סטטי. מנגנוני החישוב מאפשרים זרימה של מידע בזמן, על ידי המשתמש או על ידי מכניזם פנימי.
3. תקשורת מהירה מאפשרת קישוריות. ידע עשוי להיות חוזר ונשנה, אגור, מעובד במקביל, מיוצא, מיובא, דחוס, משוחרר, ארוז מחדש. תיאורטית, כל מרחב הידע הציבורי זמין עתה למשתמש הפרטי.
4. היחסים בין היסודות השונים המציגים ידע, הופכים להיות גמישים. מולטימדיה היא אולי דוגמה טובה לגמישות שבה החוקים התומכים ביחסים שבין היסודות הסימבוליים לבין היסודות הווירטואליים הם נינוחים, כשהמשתמש מסוגל לארגן את היסודות האלה לפי רצונו.

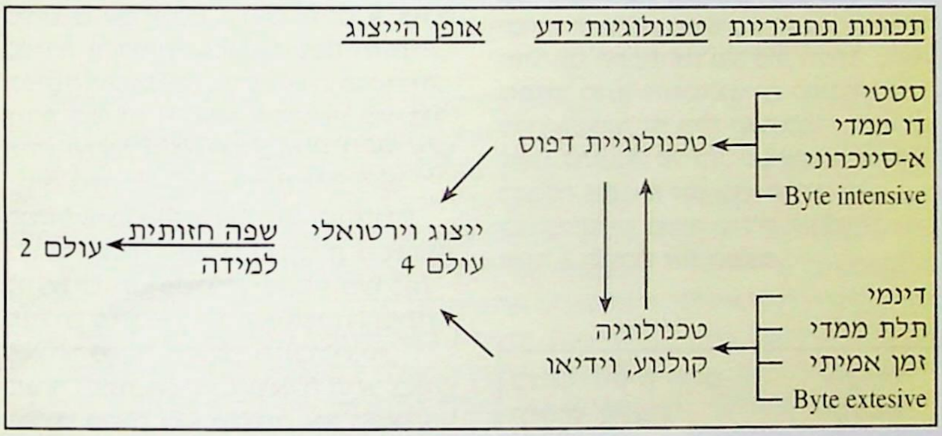
שובה של השפה החזותית

הופעת מערכות הסמלים כמעביר העיקרי של ידע פורמלי דחקה הצידה את הייצוג הווירטואלי ואת השפה החזותית. אלה האחרונים קיבלו תפקיד מרכזי באמנות, ובמידה מצומצמת המשיכו לשרת בתפקידים פולחניים ודתיים. השימוש בייצוג וירטואלי נעשה רק בחלק קטן מן הידע הציבורי. הטכנולוגיות החדשות - בעיקר טלוויזיה, וידיאו, מחשוב ותקשורת - שינו עמוקות ואוניברסלית את היחסים בין אנשים לייצוג הווירטואלי. השפה החזותית שבה ליטול חלק חשוב בתרבות שלנו והיא אחראית לתופעת הכפר הגלובלי. מהפיכה זו ביחס לייצוג ידע אירעה מחוץ לבית הספר, שהצליח למנוע את כניסתן של טכנולוגיות אלה לתוכו. על כל פנים, המחקר מראה, שילדים מבלים משך זמן זהה מול הטלוויזיה ובבית ספר. איור 4 מציג את השינויים המעורבים בהופעת הטלוויזיה, הווידיאו והטכנולוגיות הדיגיטליות.

התכונות העיקריות של טכנולוגיית הדפוס הן:

1. ההצגה היא סטטית, ללא קשר לעובדה אם בעולם האמיתי הנושא המיוצג הוא דינמי או לא.
2. ההצגה המודפסת היא דו ממדית.
3. יעילות העברת האינפורמציה דרך תמונות היא נמוכה בהשוואה לטקסט. זהו מדיום של "Byte intensive". כלומר, כמות הידע הניתן להעברה בתמונה צורכת פי 9 יחידות אינפורמציה בהשוואה להעברת אותה כמות ידע במערכת סימבולית.

Byte intensive הוא ביטוי לשימוש הבזבזני בסמלים.



איור 4: שינויים טכנולוגיים בעולם 4

הטכנולוגיות החזותיות החדשות מציעות לצופה סביבות למידה חדשות:

1. הייצוגים הם דינמיים במובן זה שהתנועה בעולם האמיתי מיוצגת בהתאמה. טכנולוגיית ה"מציאות הווירטואלית" שואפת להציג מנגנונים של היזון חוזר בין הצופה להצגה במטרה להשיג תחושה של "חיים אמיתיים".
2. הייצוג הוא תלת ממדי וקרוב לעולם האמיתי.
3. הצורך בהרצת 28 תמונות לשנייה במטרה להשיג את תחושת התנועה משנה את המדיום לכיוון של Byte extensive בהשוואה למצב הסטטי.

לסיכום ניתן לומר, שהייצוג הווירטואלי של עולם 4 מספקת מדיום ממשי למחצה, הדורש מנגנונים של למידה דומים לאלה הנדרשים להבניית ידע ישירות מן העולם האמיתי. הייצוג יכול למשוך חלק רחב של האוכלוסייה המעדיפים צורה זו על פני הסמלית, ולחשוף באופן זה יותר אנשים למידע מורכב, מבלי שידרשו להכשרה רבה על מנת להבינו.

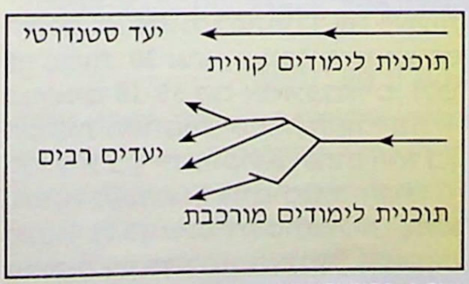
השלכות לחינוך

עתה נדון בהשלכות החינוכיות של שינויים שמקורם בטכנולוגיה על טבעו של הידע הייצוגי, וכתוצאה גם על היחסים בין לומדים לידע. נבחן שלושה היבטים של חינוך: תוכנית הלימודים, הוראה ולמידה והיבטים ארגוניים של ניהול ובקרה.

תוכנית הלימודים

השינויים הנדרשים במסגרת הרעיונית העכשווית של תוכנית הלימודים הם מרחיקי לכת. אלה הם כמה מן השינויים המשתמעים:

1. השינוי של מבנה הידע מקווי למורכב מוביל לצורך בלגיטימציה של יעדים אלטרנטיביים רבים במקום יעד אחד סטנדרטי. כך למשל, אם בעבר עיקר הלמידה עסקה בהקניית כלים ללומד על מנת שיוכל לפענח מידע, כיום יש לפתח את יכולת הלומד למיין ולארגן סוגים שונים ומגוונים של מידע. התוצאות של למידה מתוך מבנה ידע מורכב יהיו מגוונות, ולפיכך לא סטנדרטיות. כמו כן יהיה קל יותר



איור 5: מבנה ידע מיוצג על ידי טכנולוגיות שונות

לטפל בהבדלים האינדיבידואליים שבין הלומדים בסביבה לימודית לא קווית.

2. השינוי מסביבת לימודים סטטית לדינמית, מאפשר לימוד קונסטרוקטיביסטי (התיאוריה

הקונסטרוקטיביסטית עוסקת בבנייה פעילה של הידע ומקורה בתורת הלמידה הפעילה של פיאז'ה), כי הלומד יכול לתמרן את הידע כרצונו. הלמידה הופכת להיות אינטראקטיבית ומקיימת דיאלוג מתמשך בין הלומד והידע. בסביבות לימוד מאוד "חכמות" (מערכות הוראה אינטליגנטיות) אפשר לבסס מעגל למידה קיברנטי על ידי הכללת מנגנון מתאים של היזון חוזר.

3. השינוי מידע מבודד למקושר מאתגר את הרעיון של תוכנית הלימודים כיישות מוגדרת וסופית. השינוי הקריטי הראשון הוא שהגישה לידע נהיית חופשית. לא המורה ולא ספר הלימוד יכולים לשמש יותר כשומרי סף לעולם הידע. שינוי נוסף הראוי לציון הוא אפשרויות הבחירה הרבות הנפתחות בפני הלומד בחלל של ידע מקושר, בניגוד לספר לימוד. גורם שלישי חשוב במערכת מקושרת היא האפשרות של למידה משותפת או מרובה בקבוצות עניין מיוחדות או עם שותף נבחר בניצול תוכנה שיתופית. הופעתן של קהילות לומדות היא, ככל הנראה, הסימן הטוב ביותר למצב החדש, שבו מושג תוכנית הלימודים משתנה ליישות ידע משתפת פעולה ורלוונטית.

4. המעבר ממערך נוקשה לגמיש מוביל, בראש וראשונה, בחוויות למידה פלורליסטיות כשהגמישות מתבטאת קודם כל במונחים של תזמון ושל יחסים מרחביים בתוך גוף מוגדר של ידע ובאפשרויות חדשות הנפתחות בפני הלומדים.

המושג של תוכנית לימודים הסתגלותית הופך לאפשרות מעשית, כשהידע מתאים עצמו ללומד באופן אוטומטי או בתמיכת מערכת מומחים. המערך הגמיש עשוי גם לתמוך בעיבוד של ידע מתוך מספר דיסציפלינות (למידה בינתחומית או רבתחומית). טכנולוגיית ה"חלונות" המפורסמת היא דוגמה לעורקי הלימוד המרובים העומדים לרשות הלומד.

במצב הנוכחי של התפתחות הציביליזציה רוב הידע הציבורי נצבר ונאגר בצורה סימבולית בכתב ובדפוס. לכן, רוב הלמידה והבניית הידע כיום עוברים דרך למידה סימבולית פורמלית

המטאפורה של גארדנר המתייחסת לאינטליגנציה מרובה יכולה להתאים לסביבת לימודים גמישה, כשכמה ערוצי למידה נמצאים בשימוש.

לסיכום ניתן לומר, שהצורה הישנה של תוכנית הלימודים נעלמת, ונחוצה במקומה תיאוריה חדשה לגמרי של תוכנית לימודים, שתוכל לספק מענה לטווח הרחב של השינויים ביחסים שבין הלומדים והידע.

השינוי בחינוך: על הוראה ולמידה

נעבור עתה להיבט השני של החינוך המשתנה בתגובה להחדרת ידע טכנולוגי **הוראה ולמידה**. אין ספק, שהתפיסה הבסיסית של מורה ושל הוראה עומדת להשתנות, כמו גם תהליכי ההוראה והלמידה. הבה ונבחן את המגמות העולות.

כבר עתה ניתן לראות בבתי ספר שהטמיעו טכנולוגיה בצורה משמעותית, את קיומן של שתי תרבויות זו המודפסת וזו של הידע הדיגיטלי. כפי שטענתי קודם, בגלל השוני בין שתי התרבויות יישום הטכנולוגיה לא מוביל להתפתחות הדרגתית של התוכניות הקיימות; ימים יגידו אם הטכנולוגיה תשרוד אחרי תרבות הדפוס או האם שתי התרבויות יתמזגו זו בזו בדרך כלשהי.

תופעה אחרת ודומיננטית שהחלה להתפתח בבתי הספר שלנו, לבד מהלמידה המובלת על ידי המורה, היא גידול בלמידה המובלת על ידי התלמיד, שהפכה ליסוד משמעותי בבית הספר. החלום של "הלומד האוטונומי" מתממש בהדרגה בעיקר בגלל חיזוק כוחו של הלומד הפרטני, גם אם הוא תלמיד גן חובה. התפקיד הגובר של מדיה וירטואלית כסביבה לימודית מובן מאליו בבתי ספר שיישמו את הטכנולוגיה או בבית. הטלוויזיה, הווידיאו והמחשבים מספקים את האמצעים, והשאר מסופק על ידי כוחות חברתיים ותרבותיים כמו נורמות התנהגות, מערכות ערכים, לחץ חברתי וכד'. שובה של השפה החזותית היא בגדר עובדה, ובתי ספר ייאלצו להחליט מה לעשות אתה.

החינוך מתרחב ל"סייברספייס" (מרחב הידע המופשט, הווירטואלי). הדבר נכון בתוך חברת השפע, אך, לרוע המזל, זו עדיין מנת חלקם של המעטים המסוגלים להרשות לעצמם את התשתית היקרה. הטכנולוגיות החדשות מאפשרות שחרור מן התפישה של סטנדרטיזציה ומובילות, כתוצאה מכך, להומניזציה של הארגון החינוכי. סיפוק צורכי הפרט הופך עתה לשגרה בבית הספר, ובדומה לכלכלת השוק, אנשים מצביעים עבור ריבוי של אפשרויות פרטניות ולא עבור ייצור המוני.

אחרונה חביבה היא העובדה, שטכנולוגיות חדשות עשויות לספק ידע מיידי, רלבנטי יותר ללומד, וכך לסגור את הפער שבין בית הספר והחיים האמיתיים. בו בזמן מגבירים הזמינות, המיידיות והמחסור בגבולות את העומס הקוגניטיבי בעיה שנווטים ומגלי עולם מסוגלים לטפל בה אך בקושי.

הטכנולוגיות החדשות - בעיקר טלוויזיה, וידיאו, מחשוב ותקשורת - שינו עמוקות ואוניברסלית את היחסים בין אנשים לייצוג הווירטואלי. השפה החזותית שבה ליטול חלק חשוב בתרבות שלנו והיא אחראית לתופעת הכפר הגלובלי

שינוי ארגוני. לטכנולוגיות החדשות תהיה השפעה עמוקה על ההיבט הארגוני בחינוך. יחידות הזמן הסטנדרטיות - השיעורים של 45 דקות, יום הלימודים של שש שעות ושנת לימודים של 180-200 ימים - הפכו למיושנות, מרגע שהלמידה יכולה להיהפך לרציפה בזמן. המושג של "בית ספר" כמקום פיסי, אליו ילדים מגיעים כדי לפגוש ידע, ייאלץ להשתנות, ככל הנראה, לרשת למידה שבה הידע מגיע אל הלומד. אנו מניחים, שבנוסף לבית ספר פיסי, יתרחב (או יחזור) הלימוד המאורגן אל הבית והמשפחה, ומעבר לכך, אל הסייברספייס. לכן הכלכלה, הפוליטיקה של העיקרון המרכוזי ייאלצו להשתנות. התפקוד החברתי של מוסד בית הספר יגדל, שכן האחריות ללמידה אקדמית תנוהל על ידי סוכנויות רבות אחרות.

הלימוד האקדמי יאורגן, כנראה, על ידי עיקרון קבוצת אינטרס מיוחדת (SIG) המתלכדת על בסיס של עניין משותף, וכך תתפתחנה "קהילות לימוד". הניהול והבקרה חייבים להשתנות מעקרונות מכניים לעקרונות קיברנטיים. הפיקוח ישתנה מחיצוני לאישי, כשהלומד יהפוך יותר ויותר אוטונומי. צורת פיקוח איכותית תשתנה כך שתתאים למוצרים לא סטנדרטיים ופלורליסטיים.

לסיכום, כל מסגרת האדמיניסטרציה החינוכית תיאלץ להשתנות כדי להתאים לדגמי הלימוד החדשים.

המושג של "בית ספר" כמקום פיסי, אליו ילדים מגיעים כדי לפגוש ידע, ייאלץ להשתנות, ככל הנראה, לרשת למידה שבה הידע מגיע אל הלומד. בנוסף לבית ספר פיסי, יתרחב הלימוד המאורגן אל הבית והמשפחה, ומעבר לכך, אל הסייברספייס

המודל של בית הספר העתידי

בית הספר "כרמים" הוא ניסוי חינוכי משותף למשרד החינוך בישראל, לעיריית ראשון לציון ולאוניברסיטת תל אביב. בית הספר תוכנן כך שתהיה לו תשתית ממוחשבת מרוכזת של ידע טכנולוגי במטרה לאפשר את הופעתה של קהילת לימוד מסוג חדש. אחרי שלוש שנים של תכנון ושנה אחת של בנייה נפתח בית הספר בתאריך 1.9.1995.

בית הספר משרת את הקהילה המקומית. הוא כולל כיתות גן חובה עד י"ב, 50 מחנכים, 900 ילדים. מבחינה ארגונית מחולק בית הספר לשלוש חטיבות: חטיבה צעירה, חטיבת ביניים ובוגרים. כל חטיבת גיל מחולקת לקבוצות גיל מעורבות, שבהן 80 תלמידים המתפקדים בחלל הנקרא "בית", אליו הם משתייכים. ב"בית" ישנם שלושה מבוגרים, כשכל אחד מהם אחראי ל-25 תלמידים. על כל פנים, הלימוד מתארגן בקבוצות גמישות, מלומד אחד עד ל-200 ויותר, לפי הצרכים. מן הילדים מצופה לבלות עד 30% מזמנם בסביבת לימוד ממוחשבת. קיימים שלושה חללים ללימוד הקהילה, בית הספר והסייברספייס. תוכנית הלימודים תואמת בעיקרון את המסגרת הלאומית. יחד עם זאת, הפך היסוד של למידה מונחית תלמיד למשמעותי, וכן לגבי תוצרי הלמידה.

הוראה ולמידה עדיין ממשיכים להשתנות. אסטרטגיית הביצוע מתרכזת ביכולת. קהילת מורים לומדים נוסדה על ידי טיפוח אישי של כל מורה ומורה. ברגע שהמורים השיגו שליטה באמנות הפקת התועלת מן המחשב, יכלו לחלוק אותו עם תלמידיהם.

השנה יצטרפו המשפחות לרשת בית הספר כדי לאפשר את הרחבת חלל הלימוד ולנצל את הזמן שמעבר לשעות הפורמליות של בית ספר. סביבות לימוד עשירות במציאות וירטואלית או למידה ניסויית זוכות לעידוד משמעותי.

כשהבוגרים הראשונים יעזבו את בית הספר (שנת 2001), יהיו להם שבע שנות התנסות במערכת יחסים שונה מאוד עם ידע. ההיבטים הכמותיים והאיכותיים של בית ספר ניסויי זה נבדקים בקפידה לאורך מחקר שידווח בשנת 1999.

מקורות

1. Popper, Karl R. and Eccles, John C. (1989). **Evolution of the Brain, Creation of the Self**. London, NY: Routledge.
2. Gibson, Eleanor J. (1991). **Odyssey in Learning and Perception**. MA: MIT Press.
3. מיודוסר, דוד. (1995). **מציאות וירטואלית במערות אלסקה: על יחסים הדדיים בין טכנולוגיות ידע**. מתוך החינוך לקראת המאה ה-21. תל אביב: הוצאת רמות.

חן, דוד. (1995). **בית הספר העתידי: החינוך לקראת המאה ה-21**. תל אביב: הוצאת רמות.



תחום:
תוכנית הלימודים בהוראת מדעים
ציר מוביל:
מידע ותקשורת
מושגי מפתח:
מידע
ידע
חברת הידע
עידן הידע
טכנולוגיות הידע
עיבוד מידע
התפוצצות ידע
כפר גלובלי
תקשורת
אוריינות מדעית - טכנולוגית
קשרים ביןתחומיים:
עולם מעשה ידי אדם
שימוש במידע ובטכנולוגיות ידע לתכנון ולבנייה של מערכות טכנולוגיות בתחומים שונים
כדור הארץ והיקום
התרומה של טכנולוגיית החלל לפיתוח של מערכות מידע ותקשורת

קשה לחזות את דמותה העתידית של חברת הידע, שהמאפיין המרכזי שלה הוא קצב שינוי מסחרר בכל רמות החיים. תפקוד מוצלח בעולם המחר מחייב התמודדות לא רק עם טכנולוגיות מידע חדשות אלא גם עם אתגרים חברתיים, אינטלקטואליים ורגשיים

דילמות קיומיות

ד"ר רפי נחמיאס

חברת הידע של ימינו מושתתת על טכנולוגיות של מחשוב ותקשורת. אלה מאפשרות לטפל במידע ומסייעות ביצירת ידע, ולמעשה, חודרות לכל נדבך של עשייה ומשפיעות על חיי היומיום של כל אחד מאתנו, בפרט על חיי ילדינו. ילדי העידן הזה מבלים שעות מול הטלוויזיה בכבלים, משחקים עם הטמגוצ'י (חיית המחמד הווירטואלית) שלהם, מפעילים בטבעיות משחק מולטימדיה במחשב האישי, שולחים מסרים לחבריהם בדואר אלקטרוני, גולשים באינטרנט מדי ערב ומדברים בטלפון סלולרי.

נראה, כי פעילויות אלו ואחרות, המבוססות על הפעלת טכנולוגיות מידע עדכניות, הן אחד הגורמים הראשיים בעיצוב התרבות, תחומי העניין והידע של ילדים כיום. טכנולוגיות אלה מתפתחות בקצב מדהים. אף לא אחת מן הפעילויות שתוארו לעיל, לא היתה בנמצא לפני עשר שנים (וחלקן אף לא לפני חמש שנים). קצב התפתחות זה לא מאפשר לנו לצפות בבטחה את דמותה של חברת הידע העתידית, את פניו של שוק התעסוקה העתידי, אליו יפנו הילדים של היום בעוד עשר שנים. כאן אדון בדילמות הניצבות בפני ילדים ומבוגרים בחברת הידע ובכישורים הנדרשים לתפקוד הולם בה.

מאפייני עידן הידע

על סף המאה ה-21 עוברת החברה המודרנית מהעידן המתועש לעידן הידע. הטכנולוגיות החדשות של ראשית המאה ה-20 שעסקו בשכלול תהליכי ייצור תעשייתי וחקלאי, בבניית תשתיות להעברת חומרים ואנרגיה ובהקמת מערכות תחבורה לקיצור מרחקים, שינו את אורח החיים של הפרט ושל החברה כולה. כיום טכנולוגיות המידע החדשות שעוסקות בשכלול תהליכי יצירת הידע, עיבודו, אחסונו ואחזורו, בבניית תשתית להעברת מידע ולהפצת הידע האנושי משנות את חיינו בקצב מהיר עוד יותר.

להלן כמה ממאפייני החברה עתירת הידע:

מרכזיות הידע

הידע האנושי הופך להיות המשאב הראשי להנעת גלגלי הכלכלה וגורם מרכזי בעיצוב פני החברה: מעבר מכלכלת מוצרים לכלכלת ידע. מרבית המועסקים במשק (שלושה מכל ארבעה) מקדישים את מרבית זמנם ליצירה, לעיבוד ולהעברת מידע.

התפוצצות הידע האנושי

כמות הידע החדש הנוצר, הולך וגדל בקצב מוגבר. כיום רואים אור בעולם כאלף ספרים חדשים מדי יום, זאת בנוסף לרבבות העיתונים ולאלפי כתבי העת, שלא לדבר על אתרי אינטרנט, תקליטורים ומידע דיגיטלי.

התפתחות טכנולוגית מסחררת

מרבית הטכנולוגיות החדשות קשורות כיום במידע ובידע. לוויני תקשורת, טלפונים סלולריים, מחשבי רשת, רשתות מידע, כלים ממוחשבים לתכנון והדמיה, הנדסה גנטית ועוד. כבר ב-1990 עלתה, למשל, ההשקעה במשק האמריקני בטכנולוגיות מידע, בעיקר ציוד מחשוב ותקשורת, על כלל ההשקעה בפיתוח כל התשתיות האחרות.

גלובליזציה של העולם

פתיחת שווקים של סחורות ומוצרים, ובעיקר מעבר חופשי של מידע בזמן אמת, הופכים את העולם הגדול לכפר גלובלי ואת כולנו לאזרחי העולם הגדול.

עולם של שינוי מואץ

בעידן הידע שרויים היחיד והחברה בתהליכי שינוי מתמידים. תחומי דעת עולים ויורדים, מקצועות מתיישנים, וערכים חברתיים ותרבותיים מתעצבים מחדש.

דילמות של החיים בעידן המודרני

החיים בעולם משתנה, מורכב ודינמי אינם פשוטים. היחיד והחברה ניצבים בפני דילמות קיומיות, שמקרינות על אורח החיים ועל התרבות. נציין כאן מספר מתחים שמשפיעים ישירות על חיינו ועל תהליכי קבלת ההחלטות להם אנו נדרשים.

הכותב הוא מרצה בכיר בביה"ס לחינוך, אוניברסיטת תל אביב


at the NY
McP



המתח בין גלובלי ללוקלי

כיצד להיות אזרח העולם, המשתלב בתהליכים הכלל עולמיים, מבלי לאבד את השורשים, את הצרכים ואת המאפיינים המקומיים, הייחודיים של התרבות או הקהילה? דוגמה לכך היא הסכנה של ניוון השפה ושל היצירה הלאומית אל מול השתלטות השפה האנגלית ומאפייני התרבות האמריקנית.

המתח בין מודרני למסורתי

כיצד להתמסר בעידן זה של שינויים מפליגים לשינוי מבלי להפנות עורף לערכי העבר ולשורשים? כיצד להבחין בין הדברים אותם יש לשנות לבין הדברים הישנים אותם אין להחליף מפני חדשים?

אחד התנאים ההכרחיים להתפתחות אישית ולהגשמה עצמית היא היכולת ללמוד ולהתחדש לאורך כל החיים. רק חמישה אחוזים מהידע נרכש בבית הספר, והשאר - מחוצה לו. המפתח להצלחה היא הלמידה כיצד לרכוש ידע בצורה עצמאית

המתח בין תרבות של תחרות לבין שיתוף פעולה

כיצד לחיות ביחד ולשתף פעולה בעידן התחרותי של הידע? מחד, חותר הפרט לשפר את מצבו ביחס לאחרים, תוך יצירת תרבות של תחרות. מאידך, ביסוס שיתוף פעולה בין יחידים, בין חברות ובין אומות היא הדרך היעילה והטובה ביותר לקדמה ולצמיחה.

התפוצצות הידע מול המוגבלות שלנו לרוכשו

כיצד מתמודדים הפרט והחברה עם העובדה שהידע האנושי מוכפל כל שנתיים שלוש, וקצב הגידול גם הוא הולך וגדל? כיצד ישפיעו כמויות הידע על איכות חיינו ועל יכולתנו לתפקד, ליצור וללמוד? קיים צורך לשקול מחדש את מערך יחסי הגומלין בין הפרט לבין הידע האנושי.

המתח בין התמחות לבין ידע רחב

מהו בן תרבות של עידן המידע? זה היודע הכל על מעט מאוד או זה היודע מעט מאוד על הכול? כיצד השאיפה להתמחות תשפיע עלינו ועל יכולתנו להשפיע בחברה דמוקרטית?

המתח בין העולם הרוחני לבין השאיפות החומריות

כיצד ליצור מערכת איזונים בין העולם הרוחני הערכי לבין העולם החומרי? כיצד לטפח את הכמיהה ליצירה רוחנית בעולם המטפח הישגים חומריים?

כישורי חיים בחברת הידע

יש מידה רבה של יומרנות בניסיון לחזות מהו תפקוד הולם בחברת הידע העתידית. יחד עם זאת, ניתן להצביע על שלושה מישורי תפקוד הולמים למציאות של ימינו, שכנראה, לא ישתנו בעתיד הקרוב. הראשון הוא השתלבות בעולם הכלכלי והיכולת לעבוד ולהתפרנס; השני הוא השתלבות בחיי החברה והתרבות ובתהליך קבלת ההחלטות הציבורי; והשלישי, האפשרות להתפתחות אישית והגשמה עצמית לאורך כל החיים.



דוח SCANS (The Secretary Commission on Achieving Necessary Skills) שהוציא משרד העבודה האמריקני ב-91' תחת הכותרת "מה נדרש מבתי הספר שלנו לקראת אמריקה 2000", הגדיר את היכולות והמיומנויות שיידרשו בשוק העבודה העתידי:

שליטה במשאבים

הגדרתם, ארגונם, תכנונם והקצאתם של משאבים הכוללים: זמן, כסף, חומרים, סביבת עבודה ומשאבי אנוש.

יכולת עבודה עם אחרים

היכולת להיות חבר צוות, ללמד עמיתים לעבודה וללמוד מהם, לשרת לקוחות, לגלות כושר מנהיגות, לנהל משא ומתן ולעבוד עם אנשים מרקע שונה.

יכולת רכישה וטיפול במידע

היכולת לרכוש מידע, להעריך בצורה ביקורתית מידע ומקורות מידע, לארגן מידע, לפרש מידע, לעבד מידע, להעביר מידע, והחשוב מכל, היכולת להשתמש בצורה מושכלת בטכנולוגיות מידע לצרכים הללו.

הבנת מערכות מורכבות

היכולת להבין כיצד פועלות מערכות חברתיות, ארגוניות וטכנולוגיות ולפעול במסגרת הבנה זו ביעילות, תוך שימת לב למגמות מרכזיות ותכנון פעולות בהתאם להן.

יכולת עבודה עם מגוון של טכנולוגיות

היכולת לבחור טכנולוגיה מתאימה לצרכים, להפעילה, לצפות תקלות ולפתור



אותן במידת הצורך. מרכזית ביותר היא היכולת לרכוש טכנולוגיות חדשות.

אחד המרכיבים החשובים של חברה דמוקרטית יציבה היא יכולתו של הפרט להשפיע על תהליך קבלת ההחלטות ולתרום ישירות לעיצוב דמות הקהילה והחברה בה הוא חי. כיום מעוגנות מרבית ההחלטות המתקבלות בבסיס ידע רחב ודורשות הבנה בסיסית בהיבטים טכנולוגיים. אנשים החסרים את היכולת להגיע למידע, להבינו, לעבדו ולהסיק את המסקנות המתבקשות, הופכים בהכרח למשוללי אפשרות לתרום ולקחת אחריות. לפיכך, אוריינות מדעית-טכנולוגית היא מרכיב חשוב בהשכלתו של כל אדם. אוריינות זו היא תפישת עולם שכוללת חשיבה עצמאית וביקורתית, המתבססת על הבנה של העקרונות המדעיים האוניברסליים ושל המערכות הטכנולוגיות והחברתיות, בד בבד עם היכולת להבין ולהפעיל טכנולוגיות מידע מתקדמות.

אחד התנאים ההכרחיים להתפתחות אישית ולהגשמה עצמית היא היכולת ללמוד ולהתחדש לאורך כל החיים. ניתוח של כמות הידע אותו רוכש אדם ממוצע במהלך חייו מצביע על כך, כי רק חמישה אחוזים מהידע נרכש בבית הספר, והשאר נרכש מחוצה לו במהלך החיים. לכן, המפתח להצלחה היא הלמידה כיצד לרכוש ידע בצורה עצמאית. ב"חלקות דעת" קטנות די במעדר ובכוח השרירים כדי לעבד את האדמה, אולם כשכמות הידע האנושי גדלה בקצב מהיר ביותר, יש צורך להיעזר בטכנולוגיות מתקדמות

בטכנולוגיות הידע אינו רק ערובה להשתלבות בעולם התעסוקה אלא גם תנאי הכרחי בדרך להגשמה עצמית.

דגשים במערכת החינוך בעידן הידע

עידן הידע מציב בפני מערכת החינוך הפורמלי והלא פורמלי אתגר קיומי למציאת הכיוונים המתאימים להכשרת תלמידים לתפקוד בחברת הידע. אצביע על מספר כיוונים שיש, לדעתי, להדגיש בהכשרת תלמידים.

הקניית מיומנויות היסוד לכול

עולם העבודה עתיר המידע יצריך רמות גבוהות של מיומנויות בסיסיות אלו - קריאה, כתיבה, הבעה ויכולת מתמטית - מכל עובד. הכמות ורמת המורכבות של המידע המילולי והכמותי אותו יידרש העובד לקרוא ולפענח תעלה בהתמדה.

טיפוח כישורי חשיבה. תפקוד מוצלח בעולם המורכב של עידן הידע מותנה בתפקודי חשיבה גבוהים. ערכן הסגולי של חשיבה יצירתית, מערכתית, ביקורתית והסתברותית, יכולת קבלת החלטות תוך בחינה והערכה של אלטרנטיביות יעלה בהתמדה.

טיפוח איכויות אנושיות של הפרט

יכולת התמודדות רגשית, התייחסות לכבוד האדם וחירותו, חברות, אחריות, מסירות, יושר והגינות הן תכונות והתנהגויות שדורשות טיפוח והשקעה. באיכויות אלה, יותר מכל, טמון הסיכוי שלנו לעתיד טוב יותר.

פיתוח אוריינות מדעית טכנולוגית לכול

אוריינות זו היא הבסיס לפיתוח תפיסת עולם רציונלית, המאגדת את שלושת הכיוונים הקודמים: מיומנויות יסוד, כישורי חשיבה גבוהים ואיכויות אנושיות.

כיום מעוגנות מרבית ההחלטות המתקבלות בבסיס ידע רחב ודורשות הבנה בסיסית בהיבטים טכנולוגיים. אנשים החסרים את היכולת להגיע למידע, להבינו, לעבדו ולהסיק את המסקנות המתבקשות, הופכים בהכרח למשוללי אפשרות לתרום ולקחת אחריות

פיתוח יכולות כתיבה והבעה בשפה האנגלית

זו השפה השולטת כיום וכנראה שתשלוט גם בעתיד בקהילה המדעית-טכנולוגית. עיקר המידע העומד לרשות הפרט ברשתות התקשורת (כגון האינטרנט) הוא בשפה האנגלית. שליטה לא מספקת בשפת הרשת עשויה להיות מגבלה חמורה.

הקניית יכולות טיפול במידע באמצעות טכנולוגיות ידע לכול

בעידן הידע היכולת לרכוש ידע חדש, לייצרו ולהעבירו מותנית בשליטה בטכנולוגיות מידע מודרניות. הקניית יכולת השימוש בהן חשובה ביותר אך לא פחות חשובה היכולת לרוכשה בעתיד, בעידן בו טכנולוגיות חדשות נולדות מדי יום.

הקניית כישורי למידה לאורך כל החיים. בניגוד לעבר, כשאנשים עבדו באותו מקום עבודה כל חייהם, בעידן הנוכחי מחליף אדם את מקום עבודתו מספר רב של פעמים (הממוצע בארצות הברית: שש פעמים במהלך החיים). סביבת העבודה והחיים ועולם הידע השתנו במהירות. בגלל סיבות אלה הופכת הקניית כישורים אלה לאתגר המרכזי, אולי, של מערכת החינוך.

פיתוח יכולת התמודדות עם שינוי מואץ

השינוי המואץ מצריך פיתוח יכולת רגשית ואינטלקטואלית להתמודדות, ולעיתים אפילו להישרדות, עם הלחץ הנגרם בעטיו.

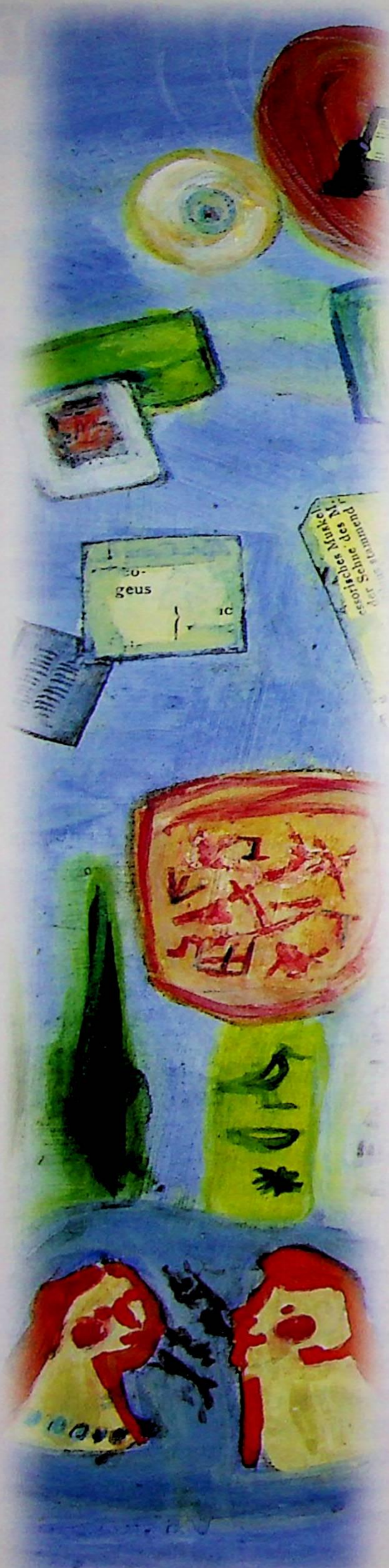
פיתוח כישורי עבודה בצוות

מעטים יעבדו בעתיד לבדם. עולם העשייה המודרני מצריך עבודת צוות. יש ללמד ולהטמיע, בכל שלב בחינוכו ובהכשרתו של הלומד, את הכישורים לחברות בצוות, להנהגת אחרים, להתמודדות עם ממונים וכפופים, לניהול משא ומתן, לשירות לקוחות ולעמידה בדרישותיהם. יש להדגיש את טיפוח הסובלנות וההבנה כי בני אדם שונים זה מזה, אך עליהם ללמוד לחיות ולתפקד ביחד.

הקניית ערכים

יש לבחון ולהקנות בכל דרך שהיא את אותם ערכים שיאפשרו לפרט חיים שלמים מבחינה רגשית, חברתית ואינטלקטואלית. מטרתם של ערכים אלה ליצור מערכת איזונים בין הדילמות השונות שהוצגו קודם.

לסיום, המסקנה המתבקשת היא, כי גם מערכת החינוך חייבת להתאים את עצמה לשינויים המתרחשים אצל הפרט ובחברה כולה. עליה לבחון מחדש את מטרות החינוך, את התכנים הנלמדים, לשלב טכנולוגיות ידע בכל שדרות הלימוד ולהיות קשובה לצורכי הלומדים ולכישורים החדשים הנדרשים בעידן הידע.



תחום:
פסיכולוגיה

נושא:
הוראה/למידה

מושגי מפתח:
- ידע
- מידע
- דרכי עיבוד מידע
- סגנונות למידה
- לומדים אנליטיים
- לומדים גלובליים
- לומדים "מגוונים"

יש מי שקורא את השורות, יש מי שקורא ביניהן ויש מי שהדמיון שלו מפליג מעבר להן. מחקרים מראים, כי יש סוגים שונים של לומדים עם סגנונות הכרתיים משלהם, המשפיעים ישירות על תהליך הלמידה

יש לו דרכים משלו לעבד מידע

שרה שמעוני



ב סיפורו של אריך קסטנר משנות ה-50 "שלושים וחמישה במאי, או דני רוכב אל הים הדרומי", מגיע דני לביתו של דודו המוזר, הדוד סבוני, ומספר לו על הצרה שקפצה עליו בבית הספר. המורה שלו החליטה, משום מה, שכל התלמידים שאוהבים מתמטיקה, יצטרכו לכתוב הפעם חיבור דמיוני על הים הדרומי, וכל התלמידים שאוהבים להפליג אל הדמיון, יצטרכו הפעם לתאר את תהליך בנייתו של בית של ארבע קומות.

דני, מאוהבי המתמטיקה, צריך כמובן לכתוב חיבור דמיוני. אבל איך יכתוב חיבור כזה כשאין לו מה לדמיין. הדוד סבוני, דני וסוס קרקס שנקלע בטעות לחברתם, מטכסים עצה כיצד לפתור את הבעיה. נגרו קבלו, הסוס, מטלפן לסוכנות נסיעות ומקבל הוראה להיכנס לארון העתיק שבמסדרון הבית ומשם לצאת לים הדרומי. כאן מתחילה ההרפתקה המופלאה, שבמהלכה דני, הדוד סבוני ונגרו הסוס מתיירים בכל מיני ארצות דמיוניות. בארץ החשמל, למשל, מדרכות הרחוב הן סרטים נעים, אנשים מדברים לתוך פלאפונים ומפעילים את מכוניותיהם על ידי מתן הוראות בקול למעין שלט רחוק. ב"מצודת העבר" צופים דני וחבריו למסע בתחרות הדיפת כדור ברזל בין "פטר הגדול" ו"אלכסנדר החזק", כשלידם בקהל יושבים נפוליאון, ברברוסה ודמויות היסטוריות אחרות. בארץ העצלנים אפשר לאכול אוכל בצורת גלולות צבעוניות, כשעל מסך מופיעות תמונות של מאכלי גורמה כדי לתת את תחושת הטעם.

ומי שרוצה לשעשע את עצמו, מספר את הפנטזיה שלו לתוך מכשיר, ומיד מתהווה מולו מציאות וירטואלית, ממש כפי שהיא מופיעה בדמיונו. דני פוגש בזקן שדימיין לעצמו אריה אכזר, וכעת כשהחיה עומדת לפניו, הוא פוחד פחד מוות ואינו מסוגל לזכור כיצד לבטל את הפנטזיה שהפכה למציאות.

פלאפונים, שלט רחוק המופעל על ידי הוראות קוליות, מציאות וירטואלית, אוכל בצורת גלולות עם הדמיית צורות וצבעים - כל זה כבר בשנות ה-50!

אלה מאיתנו שאולי קראו את הסיפור בילדותם יחד עם סיפוריו של זיול ורן, נדהמים לגלות היום כיצד הפכו חלק מן הפנטזיות הללו בעזרת מדענים ואנשי טכנולוגיה למציאות חיים. אבל מאחר ואנו עוסקים בהוראת המדעים והטכנולוגיה ולא במסעות דמיוניים, הבה ונתייחס לקטע הבא, הלקוח מתוך יחידת הלימוד "מתנות מן הטבע" (מב"ט).

הכותבת היא מרכזת צוותי פיתוח ותוכניות לימוד להכשרת מורים במכון סופ"ת

איורים: הורסט לםקה. מתוך: אריך קסטנר. שלושים וחמישה במאי או דני רוכב אל הים הדרומי. תל אביב: אחיאסף. 1996



הפקת מתכות זיהום בצידה

בתהליכי ההפקה של מתכות מעפרותיהן מזדהמת הסביבה באופן חמור ביותר. נעקוב אחר הזיהום הנגרם בכל אחד מן השלבים בתהליכי ההפקה של מתכת מעפרותיה:

בשלב הטחינה של העפרה נפלט אבק רב ונגרם רעש רב עקב פעולתן של המגרסות. אך בזה לא מסתכם הזיהום, זו רק ההתחלה.

לעתים שוטפים את העפרה הטחונה, ושטיפה זו יוצרת כמויות גדולות של מים מזוהמים, הנשפכים לאגמים ולימים ומזהמים אותם. אך עיקר הזיהום נגרם בשלב הצריפה. מתנורי הצריפה נפלטים עשן וגזים רעילים בכמויות גדולות, ואלה מזהמים את האוויר וגורמים נזק לאדם, לבעלי חיים, לצמחים ואף לדוממים. בתום תהליך הצריפה מסלקים מן התנור את הסיגים, וגם הם פסולת המכערת ומזהמת את הסביבה".

בעידן המידע, שבו מיטשטשים לעיתים גבולות הזמן והמקום בגלל הנגישות הרבה של מידע, יש חשיבות רבה לתהייה על ההבדלים הבינאישיים בגישות לעיבוד המידע. הבדלים אלה משפיעים על אופי הלמידה ועל איכותה של התקשורת הבינאישית

אילו היינו מבקשים מחמישה תלמידים בכיתה ה' או ו', שנחשבים ל"חכמים", כלומר לבעלי יכולת טובה של הבנת הנקרא או של אוריינות מדעית-טכנולוגית, לקרוא היטב את הקטע המצוטט לעיל ולספר מה הבינו מתוכו, יש לשער שהיינו מקבלים תשובות דומות לאלו המתוארות להלן:

ליאור: "שכשמפיקים מתכות, בכל חלק של ההפקה יש דברים שמזהמים את הסביבה".

ליאור מתייחס לרעיון המרכזי בקטע, מגדיר אותו בבהירות ואינו נכנס לפרטים.

דן: "מתי שמפיקים מתכות בטחינה, יוצא אבק שמזהם את הסביבה, ובשטיפה יוצאים מים מזוהמים ואחר כך, נדמה לי, צריפה, יש גזים שמזהמים את האוויר".

דן מתייחס לכל חלק מן המידע בקטע לפי הסדר שבו הופיע, ללא ראייה כוללת; הוא רק מתמצת את המידע.

ענת: "כשמפיקים מתכות זה מסוכן לאנשים ובעלי חיים ואפילו לצמחים, כי בהפקה יש דברים שמזהמים את הסביבה כמו גזים לא טובים ומים מזוהמים ואבק. להפיק מתכות, אפילו שצריך את זה, אז זה גם גורם נזק וצריך למנוע זיהום".

ענת מתייחסת לתכנים בקטע מנקודת מבט שיפוטית, כלומר יוצאת אל מעבר למידע בקטע להשלכות החברתיות של הזיהום ולצורך במניעתו. יחד עם זאת, ניכר, כי ענת קלטה את גורמי הזיהום הכרוכים בהפקת המתכות.

איה: "אם כל שלב של הפקת מתכות גורם לזיהום אוויר, אולי לא כדאי להפיק מתכות? אבל אנחנו צריכים מתכות לכל מיני דברים, כמו בתעשייה. אז יש פה בעיה. מה נעשה עם הזיהום, כי אם לא נפתור את זה, תהיינה יותר מחלות ולא יהיו מספיק צמחים למאכל".

איה מרחיקה ישר אל מעבר לתכנים אל ההשלכות החברתיות של הכתוב בקטע, מבלי להתייחס כלל לפירוט שלבי ההפקה ותוצאותיהם.

תום: "שתראו איזה זיהומים יש כשמפיקים מתכות, אבק ומים מלוכלכים וגזים מרעילים. זה כמו כשמייצרים נניח שקיות ניילון לסופרמרקט, אז בטח נפלטים חומרים מרעילים מהמכונות במפעל, ואחר כך גם השקיות בעצמן לא מתכלות, וכל זה מזהם את הסביבה. הבעיה מה עושים עם כל זה. אפשר אולי להרחיק את מפעלי ההפקה ממקום של הרבה אנשים כמו בסדום, ואולי להמציא מכונות לטיהור אוויר וכל זה".

תום משווה את הזיהום בתהליך הפקת המתכות לזיהום בייצור שקיות ניילון. הוא יוצא אל מעבר לטקסט על מנת להעלות, בדומה לאיה, את הבעיה החברתית. הוא קושר את התכנים בקטע לידע קודם שיש לו על מפעלי הפקה בסדום ומחפש פתרונות לבעיה.



חשוב לציין, כי כל התלמידים הבינו את עיקר הכתוב בקטע.

רמות של עיבוד מידע

מעניין מי מהתלמידים היה זוכה בציון הטוב ביותר, אלו היתה זו שאלה בבחינה במדעים או בבוחן בהבנת הנקרא.

אצל חלק מאיתנו, המורים, היתה זוכה בו תשובת דן, המפרטת את הכתוב ללא פרשנויות מיותרות, שכן עובדות הן עובדות. אצל אחרים היתה זוכה בו תשובת תום, פשוט משום שהיא הארוכה ביותר ונתפסת, אולי, כמעמיקה ביותר. האם ייתכן שכולם היו מקבלים ציון שווה? בחזון אחרית הימים, אולי.

בעידן המידע, שבו מיטשטשים לעיתים גבולות הזמן והמקום בגלל הנגישות הרבה של מידע ממקומות שונים ורחוקים על פני כדור הארץ - "הכפר הגלובלי" - יש חשיבות רבה לתהייה על ההבדלים הבינאישיים בגישות לעיבוד המידע, כלומר בדרכים בהם אנשים שונים מתייחסים לקטעי מידע. הבדלים אלה משפיעים על אופי הלמידה ועל איכותה של התקשורת הבינאישית.

יש המקבלים את המידע כפשוטו, מתייחסים רק לפרטים וחוזרים עליהם ברמת בהירות כזו או אחרת, בהתאם ליכולתם. יש כאלה שיתמצתו את המידע ויפיקו ממנו את העיקר ותו לא. חלק יצאו אל מעבר למידע הנתון, "יקראו בין השורות" וינהלו מעין דיאלוג עם המידע. חלק יתייחסו למידע דרך הפחדים וההעדפות האישיים ורק מאוחר יותר ישתמשו בהגיון ויצרפו רגש לשכל לכלל מובן מאוחד. אחרים יסננו את הכתוב דרך אמות מידה מוסריות.

כשמורים מבקשים מתלמידיהם לנתח מידע בדרכים שונות כמו לאתר בעיות העולות ממנו או להעריכו בתוך הקשרים שונים, תלמידים שאינם נוטים לקרוא "בין השורות" ולנהל דיאלוג עם המידע, יתקשו לבצע הוראות אלו, אם הבעיות אינן כתובות במפורש או אם המידע אינו מצביע על מסגרות הידע שאליהן הוא מתקשר. המורים כשלעצמם נוטים לתת הוראות ולחבר שאלות המתאימות לדרך בה הם עצמם מעבדים את המידע. לכן, למורה שקורא מידע כפשוטו, תהיה נטייה לתת שאלות הדורשות מן התלמידים לעשות כמוהו ולא להטיל עליהם משימות הדורשות קריאה היפרטקסטואלית.

חשוב לציין, כי התשובות המשוערות שנותחו להלן היו של תלמידים בעלי אינטליגנציה גבוהה מהממוצע, זאת על מנת שלא להתייחס להיבט ההתפתחותי של ההבדלים הבינאישיים.



ז'אן פיאז'ה
1896-1980

לפי התיאוריה של ז'אן פיאז'ה על התפתחות החשיבה, תלמידי בית הספר היסודי נמצאים ברובם ב"שלב הקונקרטי", כלומר מסוגלים להבין חוקיותן של תופעות בסביבתם כשהם קולטים תופעות אלו בחושיהם. ככל שהילד מתקדם בשלב הקונקרטי, מגיל 6 ועד 11, הוא מסוגל להבין חוקיות מורכבת יותר בתופעות שסביבו; הוא גוזר את החוקיות בדרך אינדוקטיבית מן התופעות.

בגילאי 12-11 מתחיל "השלב הפורמלי", שבו עולה בהדרגתיות היכולת להינתק מן המוחשי ולעסוק במופשט בלבד. ילדים בני אותו גיל יכולים להימצא בשלבים התפתחותיים שונים, וגם כשהם נמצאים באותו שלב, יראו לעתים רמות הבנה שונות בתחומים שונים. הילד מסוגל להגיע לרמת הבנה טובה יותר בתחום בו התנסה יותר.

מעבר לעניין ההתפתחותי, לתלמידים שונים גישות שונות לעיבוד מידע. חוקרי "חוויית הלמידה" מרטון וסלג'ו (Marton & Saljo) מצאו, שתלמידים מסוימים מגלים גישה "עמוקה" לעיבוד מידע. תלמידים אלה מתמקדים במשמעות המידע ומנסים להבין את המסרים שבו באמצעות חיפוש קשרים בין המידע הנוכחי לידע קודם ולתופעות אחרות. הם רואים עצמם כמחוללי ידע, כמבקרים וכבעלי רעיונות ותפיסות משלהם.

תלמידים אחרים מגלים גישה "שטחית" לעיבוד מידע. הם מתמקדים בפרטי המידע עצמם ובניסיון לשננם, והם רואים עצמם באופן מטאפורי ככלים ריקים המתמלאים במידע.

הפסיכולוג הקוגניטיבי ביגס (Biggs) איתר גישה נוספת, הגישה ה"הישגית", שבה התלמידים מעבדים את המידע בדרך היעילה ביותר במצב שבו הם נמצאים כדי להיענות לדרישות המסגרת הלימודית בה הם נמצאים ולהגיע להישגים הגבוהים ביותר. על מנת להגיע להישגים הגבוהים ביותר. תלמידים כאלה ינסו לבדוק אילו דרכי עיבוד מידע עדיפות בעיני המורים, נותני הציונים, ויפתחו אסטרטגיות עיבוד בהתאם.

הגישות הללו נתפסות כאוריינטציות המאפיינות תלמידים שונים במשך תקופת לימודיהם במסגרת כלשהי. למסגרת הלימודית עצמה יכולה להיות השפעה על פיתוח גישות אלו או אחרות, כפי שהראו חוקרי למידה שונים. לפי מחקרים אלה, בסביבות לימוד נוקשות, המטילות עומס לימודים רב על התלמיד מחד, ומעניקות מינימום של סיוע ויחס אישי מאידך, יגלו התלמידים נטייה לפתח גישות שטחיות ללימודים, בעוד שבסביבות לימוד חופשיות ופתוחות יותר, בהן התלמידים מקבלים סיוע ותמיכה בלימודים, יפתחו התלמידים גישות עמוקות יותר.

בסביבות לימוד נוקשות, המטילות עומס רב על התלמיד מחד, ומעניקות מינימום של סיוע ויחס אישי מאידך, יגלו התלמידים נטייה לפתח גישות שטחיות ללימודים, בעוד שבסביבות לימוד חופשיות ופתוחות יותר, יפתחו התלמידים גישות עמוקות יותר

סגנונות למידה

חוקרים אחרים רואים בדרכי עיבוד המידע סגנונות הכרתיים או חלק ממבנה האישיות ואינם מקשרים את הסגנון עם מידת ההנעה ללימוד נושא מסוים או מבנה הסביבה הלימודית. פאסק (Pask), למשל, חילק את התלמידים ל"כוללנים" (holists) ול"סדרתיים" (serialists). הכוללנים יתייחסו למידע כאל מכלול ויבנו השערה אחת או מספר מצומצם של השערות ביחס למשמעות המידע כולו. הסדרתיים יתייחסו למידע כאל אוסף של קטעים המופיעים בסדר עוקב ויבנו השערות נפרדות ביחס למובן הקטעים לפי סדר הופעתם; הם יפענחו את המידע עקב בצד אגודל.

לתלמיד הכוללן יש בדרך כלל מטרות רבות כשהוא עוסק במידע, והוא מעוניין לעבוד על מכלול של נושאים. לתלמיד הסדרתי יש בדרך כלל מטרה אחת ונושא אחד שהוא מעוניין לעבוד על פענוחו. הכוללן יסתייע בידע משלו על נושאים שונים על מנת להבין את המידע שבידיו, בעוד שהסדרתי יסיים לעבד נושא אחד מתוך המידע, ורק אז יעבור לנושא השני. הכוללן נוטה להגיע להסבר כולל ומקיף של כל הנושאים הנגזרים מן המידע שבידו, ולעיתים אף ימציא הסבר כזה משל עצמו, לעומת הסדרתי, שיתאר רק את הנושא אותו הוא מסביר מתוך המידע שבידיו ואז יתקדם לנושא הבא. למשל, התלמיד הסדרתי, המתבונן בהתנהגות עכבר בכלוב, עשוי לתאר את מראה עיניו (מידע חושני, לא מילולי) בערך כך: "העכבר נע ממקום למקום, כעת הוא ניגש לאוכל, הוא לוקח בפיו את חתיכת הגבינה", וכן הלאה. הכוללן, לעומתו, אולי יתייחס לאותה תופעה בדרך זו: "העכבר הרעב מחפש מזון, כנראה על פי ריח, וכשאיתר את המזון, הוא תופסו בפיו".

החוקרים רידינג וצ'ימה (Riding & Cheema) ממיינים את סגנונות ההכרה לשתי "משפחות". משפחה אחת פזורה על הרצף שבין לומדים "כוללנים" לעומת "אנליטיים", כשהכוללנים הם כאמור תלמידים הנוטים לראות את המידע כמכלול ולהפשיט ממנו רעיונות מרכזיים, והאנליטיים נוטים לפרק את המידע לחלקיו ולנתח כל חלק לחוד. החלוקה של פאסק שייכת ל"משפחה" זו של סגנונות הכרה. המשפחה השנייה מתייחסת לדרך הייצוג של המידע בעת החשיבה. יש תלמידים הנוטים לייצג את המידע על ידי שימוש בדימויים חושיים, כלומר הם "רואים" את המידע "מול עיניהם". תלמידים כאלה יעדיפו מידע העובר דרך מכלול החושים, כמו תמונות, קולות, ריחות וכד' על פני מידע כתוב. לעומתם יש תלמידים המעדיפים מידע מילולי ונוטים לעבדו בדרך של חשיבה מילולית.

לטענת ריידינג וצ'ימה, תלמיד יכול להיות כוללן-מילולי, כוללן-דמויי, אנליטי-מילולי, ואנליטי-דימויי. מכל מקום, החלוקות הללו הן רק שתיים מני רבות הקיימות בתחום הרחב של "סגנונות למידה", שעוסק בכל ההיבטים של ההבדלים הבינאישיים בין הלומדים.





בחלק מהמחקרים שנעשו בתחום סגנונות ההכרה נמצאו גם לומדים "מגוונים" (versatile), כלומר כאלה השולטים במגוון סגנונות ומסוגלים להתאים את הסגנון לחומר הלימוד ולמסגרת בה הוא נלמד. לכל תלמיד ולכל מורה סגנונות הכרה משלו. הגיוני להניח, כי אנשים נוטים בדרך כלל להבין טוב יותר בעלי סגנונות קרובים לשלהם. התקשורת בין אנשים שסגנונותיהם דומים קלה יותר. "דבר אליי בפרחים" או "דבר אלי במלים", מתאימים לסגנונות אהבה שונים. סגנונות הכרה יוצרים העדפות שונות: מידע חושני לעומת מידע מילולי, מידע מפורט לעומת מידע המשאיר פתח לדמיון.

אם לחזור לסיפור של דני היוצא למסע הרפתקאות, כדי שיהיה מסוגל לכתוב חיבור דימיוני, הרי ברור שכאן המורה החליט ל"דאוג" שכל תלמיד יחווה ויתנסה בסגנון הכרה משלו. התלמידים שנוטים למידע המובנה, המדויק, המתמטי, ושאוהבים לקבל תוצאות ברורות ומדויקות, יתנסו בעולם הפרוע והבלתי צפוי של הדמיון. התלמידים שאוהבים להפליג למחוזות הדמיון, יתנסו הפעם בהגיון הברור והחסכוני של תיאור מובנה וכמותי.

המעניין בסיפור של קסטנר הוא, שהטכנולוגיות המופיעות באותן ארצות דמיוניות לאורך מסעו של דני הפכו בינתיים למציאות. כלומר ההיגיון של הדמיון הפך להיגיון של המציאות.

כל מורה צריך לבחון את עצמו ולבדוק אם יש לו העדפות אישיות קבועות

האם אנו נוטים להעדיף תמיד תשובות ארוכות, המפרטות כל פיסת מידע, והאם תשובות המציינות בבהירות את הרעיון המרכזי, נתפסות בעינינו כ"לא מלאות", אף שהן דורשות רמת הפשטה גבוהה יותר?

באשר לדרכי עיבוד מידע, ולאחר מכן לבדוק זאת ביחס לתלמידיו. האם אנו נוטים, למשל, להעדיף תמיד תשובות ארוכות, המפרטות כל פיסת מידע, והאם תשובות המציינות בבהירות את הרעיון המרכזי, נתפסות בעינינו כ"לא מלאות", אף שהן דורשות רמת הפשטה גבוהה יותר. ייתכן שאנו נוטים להעדיף תשובות המתייחסות אך ורק לקטע המידע שלפנינו, ושאנו רואים בתשובות המקיימות דיאלוג עם המידע ומרחיבות ביחס השלכות שונות של המידע, תשובות טרחניות ומתחכמות.

חשוב לזכור, שהמצאות מדעיות רבות הן פרי חשיבה "שמעבר", פרי היכולת לראות דמיון ואנלוגיה בין התופעה הנחקרת לתופעות אחרות. לפעמים, כשמקשיבים לדרך בה תלמידים שונים מעבדים מידע, מגלים דברים שלא חשבנו עליהם: רעיונות וקישורים מעניינים מעולמם של הילדים, המעניקים לנו זוויות ראייה אחרות, חדשות ומרעננות על אותם דברים שנדמים לנו כל כך פשוטים מוכרים ומובנים.

ייתכן, שחלק מתלמידינו היו מגלים הבנה עמוקה יותר, אילו ניתנה להם האפשרות להשתמש במידע חושי במקום מילולי ואולי אף לייצגו ולהסבירו באמצעות הדגמה מוחשית ולא רק בדרך מילולית.

נסו לדמיין לעצמכם את עולם המחשבה של כמה מתלמידיכם. אצל האחד, המחשבה היא מעין מלבן מלא מלים מסודרות במשפטים, הכתובים בזה אחר זה. אצל אחר, זהו חלל חסר צורה מוגדרת ואינסופי כמעט, מלא משפטים הנעים בו ומתחברים לצורות מורכבות ומשתנות. אצל השלישי, המחשבה היא כמו מציאות וירטואלית בה מסתובבים יצורים חיים שונים בצבעים, בצורות ובצלילים.

ואיך זה אצלכם? את מי מהם קל לכם להבין יותר? לפעמים, כשאנו סקרנים ומוכנים לצאת להרפתקה של הבנת השונה, אנו מגלים מרחבים חדשים וחופש להשתנות בעצמנו.

מקורות:

Biggs, J. B. (1979). "Individual Differences in Study Processes and the Quality of Learning Outcomes". **Higher Education** 8. 381-394.

Marton, F. & Saljo R. (1984). "Approaches to Learning". in Marton, F. Saljo, R. & 5. Hounsel, D. (eds.) **The Experience of Learning**. Edinburgh: Scottish Academic Press.

Riding, R., & Cheema, I. (1991). "Cognitive Styles: An Overview and Integration", **Educational Psychology** 11: 193-215.

Pask, G. (1976). "Styles and Strategies of Learning", **British Journal of Education** 46: 128-148.

תחום:

חינוך

נושא:

הוראה/למידה

מושגי מפתח:

תהליכי למידה
למידה מרחוק
למידה משותפת
תקשורת
אינטרנט
טכנולוגיות מחשבים

תרבות הילדים בעידן הטכנולוגי היא תרבות של מידע ושל משחקיות. הם גולשים בלי פחד בעולמות וירטואליים, תוך ויתור על הסממן המובהק ביותר, אולי, של תרבות הוריהם - השליטה

האדם המשחק

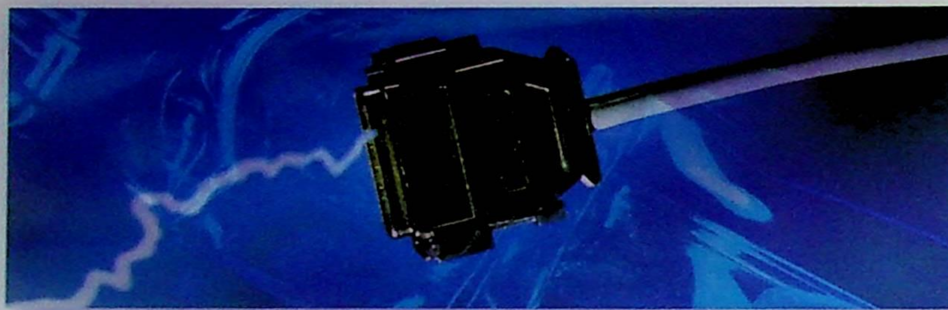
נאורה שם שאול



כמי שעוסקת בתקשורת ובטכנולוגיה, תחום החינוך מעסיק אותי כבר שנים רבות. יישום הדברים החל לפני כ-20 שנה, כשנטלתי חלק בהקמת המערכת של האוניברסיטה הפתוחה, ועד לשנים האחרונות בהן עסקתי בפיתוחים לאינטרנט לשם לימוד מרחוק דרך הרשת. במהלך התקופות הללו וכן בשנים בהן ערכתי את מגזין "מחשבים" לנוער, שעסק ביחסי הטכנולוגיה והתרבות של צעירים, עקבתי אחר ההיענות של התלמידים ושל המורים לטכנולוגיות חדישות וכיצד אלה משפיעות על תהליכי הלמידה.

בעיקר התבוננתי בבני ובחבריו, שגדלו לתוך עולם המחשבים והרשת ועושים בה כיום שימוש לשם השכלה, מקצוע, קיום קשרים בינלאומיים, יצירה בנושאי אמנות ותרבות וביטוי פוליטי חברתי. במקצועות טכנולוגיים רבים אפשר לפגוש צעירים אוטו-דידקטיים; בבורסה האמריקנית ניתן למצוא הנפקות רבות של בעלי חברות בגילאי 20, וגם בארץ אפשר לעקוב אחר תקציבי המדען

הכותבת היא מומחית מחשבים ואינטרנט. מחברת "רומן דיגיטלי" בהוצאת הקיבוץ המאוחד ובעלת טור שבועי ב"גלובס" - www.neora.com



הראשי הזורמים לסטרט-אפים של צעירים יוצאי צבא ואף טרום צבא. ומעל לכל מרחפת רוח המשחקיות והחירות. איני יכולה לומר, שהיום אני מבינה יותר בתהליכי למידה, אך השאלות התחדדו, והסקרנות התעוררה עוד יותר. מה היה תהליך הלמידה וההסתגלות של בני ושל חבריו לטכנולוגיה? הם הרי לא רכשו אותה כשפת אם, כיוון שאנחנו לא דיברנו את השפה הזאת, ועדיין אינה טבעית לנו כמו להם.

מה היה תהליך הלמידה שלהם בהקשר של תופעות הלוואי של המהפכה הטכנולוגית וכיצד השכילו להפוך את תעשיית המחשבים והתקשורת לכוח כלכלי בעל השפעה כה רבה? שהרי הם אלה המנפיקים היום בבורסה את ההמצאות שלהם ובונים נדבך אחר נדבך את העולם הסייברי.

מה היה תהליך הלמידה החברתית, שיצר אידיאולוגיות של חופש ושל קישוריות, של שיתוף פעולה יצירתי, וקהיליות מסוג חדש? ושאלת השאלות, כיצד אנו יכולים ללמוד מתהליכי הלמידה שלהם כדי להסתגל בעצמנו ולהתאים גם את מערכת החינוך לשינויים של הפריצה הטכנולוגית בעידן הזה?

גלישה במקום שליטה

תרבויות של מהגרים מתאפיינות באי ידיעה של שפת הארץ החדשה, באי הבנה של החברה הזרה ומנגנוניה, וכתוצאה, בקושי להשתלב בה ובהתערערות מעמד ההורים כדמויות מובילות ומלמדות. בדומה לתרבויות מהגרים, גם אנחנו חיים בתקופה שילדים מסתגלים לה בקלות רבה יותר וחשים בה חופשיים יותר מאשר מבוגרים.

ד"ר יואב בן דב ניסח את השאלה ותשובה אפשרית בסדרת אסכולה "חיים על המסך" שהוקרנה בטלוויזיה החינוכית: "איך לומדים לתפקד בעולם שחוקי המשחק שלו משתנים בלי הרף, שמידת המורכבות ואי הוודאות שבו הולכת וגוברת, ושבו ילדים שולטים ביישומים של טכנולוגיה מתקדמת טוב יותר מאשר הוריהם? מצב כזה, של שינויים מהירים, מחייב דרכי חשיבה חדשות: אי אפשר לצפות קדימה. יש שמציעים להתמודד עם מצבים כאלה באמצעות תיאוריות שעוסקות בכאוס ואי וודאות, תיאוריות שבעצמן צמחו מתוך השימוש במחשבים".

תשובה אחרת לשאלת ההתמודדות עם השינויים הללו ניתנה ב-94' בדבריו של ג'והן פרי בארלו, סופר ודעתן ותיק ברשת, שכתב בזמנו מלים לשירי הלהקה האמריקנית הידועה "גרייטפול דד":

"באופן בסיסי ביותר קיים הפחד להרגיש כמו מהגר במקום שבו הילדים שלך הם הילידים. מקום שבו אתה תמיד תישאר מאחור, משום שהטכנולוגיה מתפתחת יותר מהר מכפי שאתה מסוגל ללמוד. זוהי עקומת הלמידה של סיזיפוס, והאנשים היחידים שיחושו בנוח עם זה, יהיו אלה שלא אכפת להם לחיות בבלבול ובחוסר בהירות. אני רואה נסיבות מבלבלות כהזדמנות - אבל לא כולם חשים כך. זו בטח לא התגובה הנירוטית המקובלת, שהרי התרבות שלנו מושתתת על היכולת לשלוט בכול. מרגע שהתחלת לאמץ את הבלבול כדרך חיים, תקבל את ההנחה שאינך יכול לשלוט בכל דבר. במקרה הטוב ביותר, זה עניין של לגלוש על קצף הגלים".

בדברי בארלו גם מושג הגלישה מקבל פתאום משמעות חדשה. ילדינו אינם מפחדים לאבד את השליטה ולכן הם מסוגלים לתפוש גל ולתת לו לשאת אותם, להתאים את עצמם לזרם, לנצל את כוחות הסערה לטובתם. כזוהי הגלישה ברשת האינטרנט, בתוך ים המידע ואי הוודאות של העולמות הטכנולוגיים והווירטואליים.

הסטטיסטיקות מצביעות על כך, שמתוך 140 אלף המורים בארץ, 8,000 בלבד מחוברים באמצעות מחשב אישי לאינטרנט ומכירים את המדיום הנפלא והמהפכני הזה

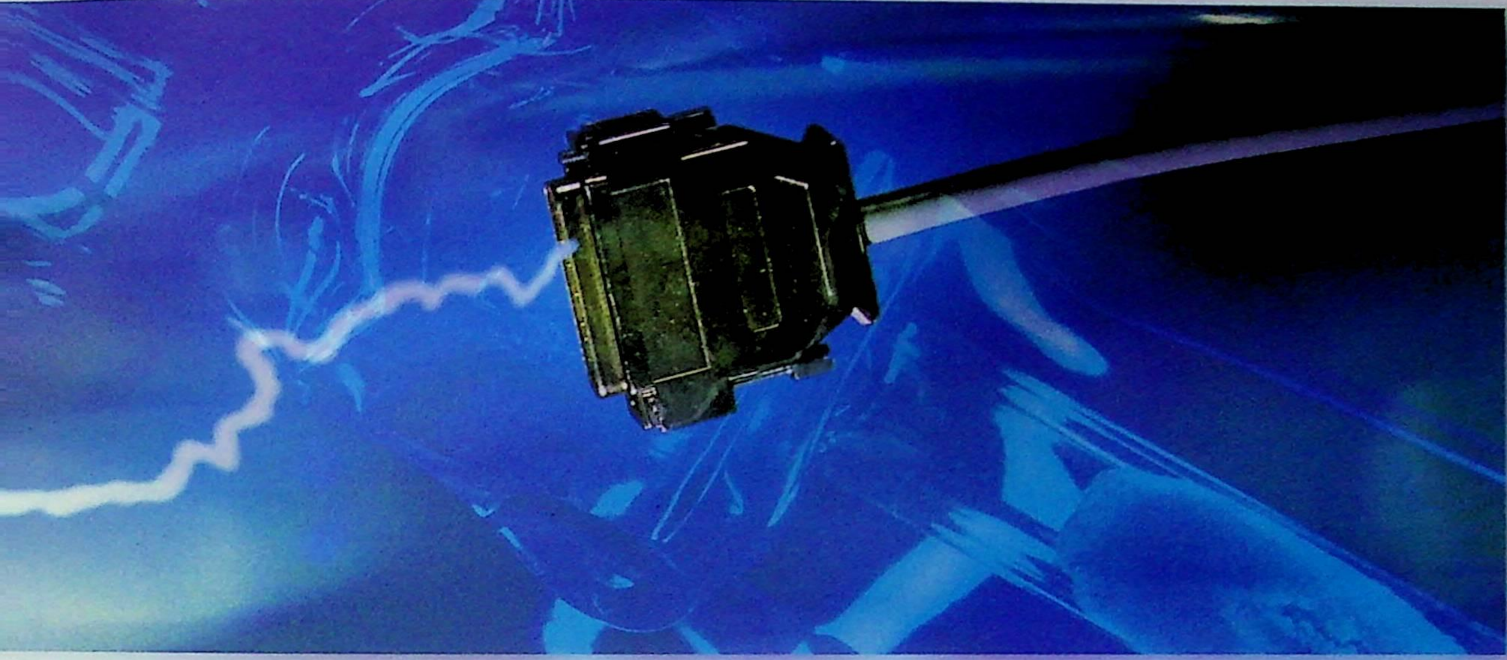
ללמוד לשחק

תרבות הילדים של היום היא, בעצם, תרבות של מידע ושל משחקיות. עובדת הסתגלותם של הילדים לשינויים הטכנולוגיים בעולם של משחקיות אינה זקוקה להוכחה, אך מעניין לבחון אותה דרך מורים והוגי דעות שעסקו בכך במאה הנוכחית.

פרופ' ניל פוסטמן מאוניברסיטת ניו יורק טוען, כי הסיבה שלילדים קל יותר ללמוד את מקצוע המחשבים נעוצה בעובדה שהם רגילים לשחק משחקים וללמוד את כלליהם, מה שדומה מאוד ללימוד השימוש במכונה. פרופ' כלב גטניו, מוותיקי המחנכים בארץ, שהיה חלוץ בדורו והמציא את שיטת הבדידים ללימוד חשבון, השתית את תורתו על ההבנה הבסיסית שלימוד תוך כדי משחק הינו הזמן והאופן היחידים שבהם ניתן ללמוד באמת, מבלי לחשוש משגיאות ומלחצי הסביבה. הוא עשה שימוש בסמלים ובאיקונים לצורכי לימוד והבנה, מתוך הנחה שזיהוי ויזואלי מהיר ופשוט יותר מהבנת הנקרא. הוא הגיע למסקנה, שהבעיה העיקרית המגבילה תהליך למידה הוא הפחד לקלקל, לאכזב ולאבד שליטה. לימוד דרך משחק וכלליו מאפשר לימוד ללא פחד.

הסופר הניו יורקי דוגלאס ראשקוף, ניתח בספרו **ילדי הכאוס** (Children of Chaos) את השפעת המדיה התקשורתית והאינטרנט על בני הנוער ואת הסתגלותם לעולם חדש. ראשקוף הידוע במטבעות ובחידודי הלשון שלו, טבע את המונח Screen Agers המייצג את התכונה המובהקת של הדור הזה של "צמודי מסך", שמקושרים דרכו למידע הזורם בכפר הגלובלי. ראשקוף נותן מענה לשאלה המטרידה מחנכים רבים, המתלוננים על מגבלות בכושר הריכוז, מה שנקרא בעגה המקצועית "Short Attention Span". לטענתו, דווקא התרבות הקופצנית והרעשנית, המוצגת בטלוויזיה, במוזיקה אלקטרונית או ביישומי מחשב מהירי תגובה, היא שמאפשרת לנוער להכין את עצמו לעולם מלא הפתעות כשלנו ולהתמודד עם אתגרים לימודיים, עסקיים וחברתיים טוב יותר מהמבוגרים, השקועים בריכוז רב מול חומר מסורתי הנלמד באופן סדרתי.

ראשקוף מציג עולם חדש של מושגים מול דימויים תרבותיים שאבד עליהם הקלח,



ומעודד את המבוגרים ללמוד מהילדים שטבעו את המושגים החדשים האלה, כתוצאה מהפנמה של הטכנולוגיה שנקלטת אצלם דרך המדיה. למרות ביקורתו הנוקבת על האופן בו המדיה מתכנתת ושוטפת את מוחם של הצופים, הוא מאמין ביכולתם של הילדים להתגונן ולברור את המתאים להם, טוב יותר מהמבוגרים.

דווקא התרבות הקופצנית והרעשנית, היא שמאפשרת לנוער להכין את עצמו לעולם מלא הפתעות כשלנו ולהתמודד עם אתגרים לימודיים, עסקיים וחברתיים טוב יותר מהמבוגרים, השקועים בריכוז רב מול חומר מסורתי הנלמד באופן סדרתי

קשיי קליטה

מעולם לא היינו במצב בו התלמידים בקיאים מן מהמורים שלהם במגוון רחב כל כך של תחומים וברמת פערים שכזו. השלב בו אנו מקבלים את ההנחה, שהטכנולוגיה משפיעה באופן דרסטי על תהליכי הלמידה והחינוך, הופך מהר מאוד לשלב ה"אבל". ברגע שאנו מסכימים, כי מערכת החינוך כולה חייבת להכיר את טכנולוגיית הרשת ולעשות בה שימוש נאות, מתברר לנו, כי אין שום אפשרות לחייב זאת כתנאי מוקדם לכל מורה המתפקד במערכת. זאת מן הסיבה הפשוטה שקהיליית המורים בארץ ובעולם כולו עדיין אינה מכירה את המדיום ואת אפשרויותיו מבחינה טכנית, ורבים אף נרתעים ממנו.

לא קל להכניס את האינטרנט ואת הטכנולוגיה בכללה לשימוש ככלי לימודי בבתי הספר, למרות ההכרה בתרומה העצומה של טכנולוגיית המחשבים לתהליכי למידה, בעיקר בגלל העדר היכרות מספקת של מורים עם הכלים ועם האפשרויות.

מספר לא מבוטל של פרוייקטים קמו בשנים האחרונות בישראל במטרה לזרז את הטמעת הטכנולוגיה החדשה בקרב המורים. באתר סנונית אפשר למצוא תיעוד לתוכניות הטמעה בבתי ספר, מאגרי מידע וקישורים למורים באינטרנט, אזורי מפגש של מורים ותלמידים ומערכי הסברה.

"קישורים" היא רשת לאומית לקישור בתי הספר וכלל קהילת החינוך בישראל, שמוקמת בשיתוף פעולה בין משרד החינוך, התרבות והספורט לבין הרשויות המקומיות. מטרתה לבסס תשתית שתאפשר תקשורת אלקטרונית בין השותפים השונים בקהילת החינוך ובינם לבין שאר העולם באמצעות האינטרנט. בהיבט המנהלי יקושרו כל הגורמים של משרד החינוך, בתי הספר, הרשויות המקומיות וכד'. בהיבט הפדגוגי עומדים לרשות מערכת החינוך כל שירותי רשת האינטרנט והאינטראנט, קבוצות דיון, דואר אלקטרוני, מועדונים ולוחות אלקטרוניים קהילתיים, מאגרי עבודות וכלים להקמת אתרים.

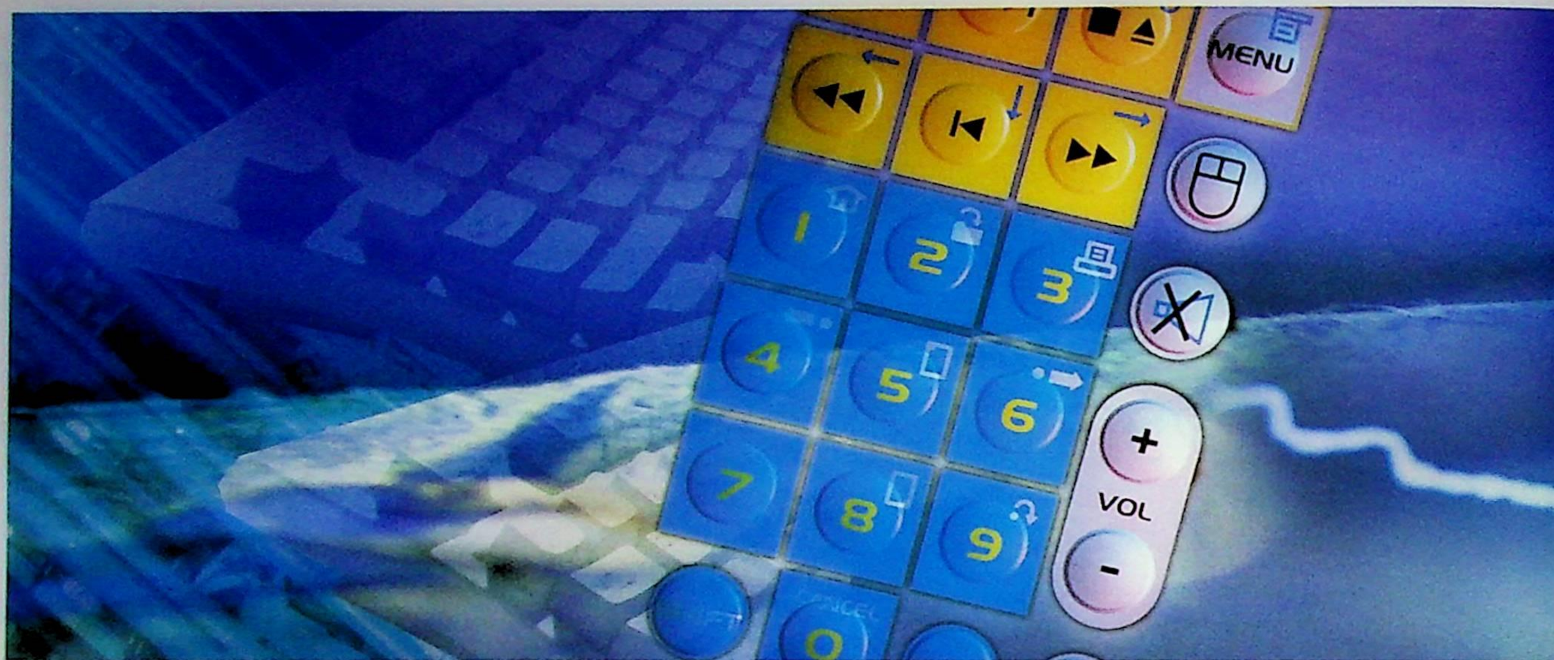
מבצעים של גופים שונים מנסים להביא את החומרה במחירים זולים מהשוק אל בתי הספר ואל המורים.

כ-600 תלמידים ומורים השתתפו השנה בתוכניות לימודים של מט"ח, אך אנשי המרכז עדיין נאבקים בהצלחה מועטה ברתיעה ובחוסר הידע של המורים האמורים לתמוך במערכי הלימוד של מט"ח לאינטרנט.

השוטטות בין דפי אתר אוח - אינטרנט ומידע חינוכי - מראה שחלקם עדיין בבנייה, בעוד שאחרים מתעדים את מערכת החינוך המסורתית ואינם פונים למורים שזקוקים ללמוד את הכלים ואת היכולות של המחשוב בחינוך.

הדפים העשירים ביותר באתר אוח הם, כצפוי, אלה הפונים לנוער, קהל המבקרים העיקרי באתר.

רשת בתי הספר של אורט הוציאה לאור סדרת ספרים ודיסקטים ללימוד עצמי בנושאי מחשוב שונים, והם אף התנסו בכיתות מורים משותפות עם תלמידים לשם לימוד השימוש באינטרנט. פרוייקט חינוך בשיתוף עם משרד התקשורת המתקיים בתיכון מטרו ווסט ברעננה, מאפשר לתלמידים לגשת למאגרי מידע מעניינים ולפנות ישירות למורים ולהנהלה בהגשת עבודות או בפניות אישיות. הרשת אמורה להיות בינארצית ולחבר בתי ספר רבים בינם לבין עצמם ולרשת העולמית. למותר לציין, שהמורים



עדיין אינם מתמצאים, והתלמידים לא יוצאים מגדרם; רובם מקבלים את השירות הממוחשב החדש כמובן מאליו. הסטטיסטיקות מצביעות על כך שמתוך 140 אלף המורים בארץ, 8,000 בלבד מחוברים באמצעות מחשב אישי לאינטרנט ומכירים את המדיום הנפלא והמהפכני הזה. בכנס אקדמי בו ביקרתי באוניברסיטת הריוט ווט בסקוטלנד, התלוננו מורים רבים מקנדה ומאנגליה על מצב דומה, בו אנשי המחקר יחד עם אנשי תעשיית המחשבים מגבשים תפישות חדשות להוראה אינטראקטיבית ולבתי ספר וירטואליים, רבים מציבור המורים, אך אינם מאמצים אותן. פערים אלה בין המורים לתלמידים לא רק שגורעים מיכולת המורים לשמש כמדריכים בתהליכי הלמידה של תלמידיהם המחוברים, אלא גם גורמים לריחוקם מהתרבות הנלווית אליהם.

למידה משותפת - הצעה אופרטיבית

ברצוני להציע דרך פעולה שתקדם את הטמעתה של טכנולוגיית האינטרנט בקרב המורים ותאפשר להם לאמץ את יכולותיה לשיטות לימוד המתאימות למצב המתקדם של התלמידים. הערך המוסף של הצעתי אינו מסתכם בהטמעת הטכנולוגיה אצל המורים אלא מקדם גם את ההידברות בין המורים לתלמידים לכדי תהליך לימוד משולב. מכאן, שתוצאות התוכנית תוכלנה להתבטא גם ביכולות חדשות וחינוכיות שיתרמו לתלמידים.

עקרונות התוכנית מתאימים לכיתות הגבוהות בבית הספר היסודי עד לגיל תיכון. זוהי המלצה ראשונית לתוכנית לימודים מעשית עבור מורי בתי ספר בישראל, אותה יוכלו לממש בעזרת תלמידיהם. כדי לספק לתלמידים תמריץ חיובי להשתתף בתוכנית, יש לקבוע את בדיקות תוצאותיה מראש ולאפשר להם לבחור בפרוייקט הוראה/למידה זה כעבודה נושאת ציון. לא מזמן נתקלתי בתלמיד כיתה ה' שהוריד תוכנת ציור מהאינטרנט, למד אותה בעצמו ולימד את המורה שלו. חברו עשה דבר דומה עם תוכנת גיליון אלקטרוני ולימד את המורה של אחיו המבוגר.

תוכנית הלימודים של המורים בעזרת התלמידים ללימוד מחשבים ואינטרנט מבוססת בעיקר על עבודה מעשית, תוך ניסוי וטעייה, אך עם מטרות מוגדרות היטב, שתוצאותיהן יקבעו לא רק את מידת הצלחתו של התלמיד, כלומר המורה הלומד, כי אם גם את הצלחתו של המורה, כלומר התלמיד המלמד.

ברגע שאנו מסכימים, כי מערכת החינוך כולה חייבת להכיר את טכנולוגיית הרשת ולעשות בה שימוש נאות, מתברר לנו, כי אין שום אפשרות לחייב זאת כתנאי מוקדם לכל מורה המתפקד במערכת

תוצאות הפרוייקט אמורות להניב את היתרונות הבאים:

* מורים רבים יהיו מחוברים לאינטרנט תוך זמן קצר.
* תוכנית הלימודים במשרד החינוך תוכל להסתמך על הוראה בעזרת האינטרנט ועל שימוש נכון בטכנולוגיות חדישות.
* התלמיד ילמד איך מלמדים, מה שיחייב אותו לעשות סדר במחשבותיו ובידיעותיו, שנרכשו באופן עצמאי ואינטואיטיבי.
* המורה ילמד איך לומדים, באופן השונה מלימוד קלסי מסורתי, ויאמץ שיטות לימוד חדשות.
* יחסי האמון וההערכה ההדדיים בין התלמידים למורים יתבססו ויקבלו משמעויות חדשות.
* המורים יכירו לא רק את השימוש בכלים טכנולוגיים, אלא גם את רוח התקופה מבחינה תרבותית ואת השפעת הטכנולוגיה על צריכת התרבות של הנוער.

החזון של תלמידים המלמדים את מוריהם אינו בגדר אוטופיה. בבתים רבים כיום מוכרת התופעה של ילדים המדריכים את הוריהם בעבודה על המחשב.

הוראה

תחום:

חינוך

נושא:

הוראה/למידה

מושגי מפתח:

ידע

תרבות ידע

עידן הידע

תקשוב

קהילה וירטואלית

פעילות אינטראקטיבית

הוראה וירטואלית

עידן הידע זוכה בהדרגה להכרה כמהפכה תרבותית של ממש, ובעידן התרבותי החדש, שבו רוב האינטראקציות שלנו עם הסביבה הופכות ממוחשבות, הרעיון של מחשב, לא סתם ככלי עזר אלא כתחליף דיגיטלי למורה האנושי, כבר לא נשמע כל כך מהפכני

ON/OFF למורה - האומנם?

נועם אורדן

לפני כמה שבועות התקשרתי לקבוע פגישה עם מנהל בכיר בממסד החינוכי, והמזכירה שלו ביקשה ממני במבוכה להתקשר בעוד כשעה. נפלה להם רשת המחשבים, ולכן אינה יכולה להסתכל ביומן. "אין לכם גיבוי ידני?" תמהתי. "לא", התנצלה, "הכול על המחשב".

אירוע זה משקף, באופן טרגי-קומי את התלות הבלתי נסבלת שלנו בכלים לארגון ועיבוד מידע - המחשבים. עובדה זו, אולי יותר מכל דבר אחר, מאפיינת כיום את הסביבה הלימודית של הילדים ושל המורים. אוצר מלים שלם וחדש נוצר סביב טכנולוגיית המחשב: אינטרנט, אקסטראנט, לינקים, באנרים, סרברים, סייברספייס, האקרים ועוד ועוד. כמעט כל מי שהתראיין לכתבה זו, ושוחה בשימושי הטכנולוגיה, עשה שימוש כמעט כפייתי לא רק באוצר המלים הטכני המוכר, אלא גם במלים פשוטות באנגלית, שהורקו לתוך העברית לנוחות המשתמש (עוד אחת מאותן מלים), דבר שיכול להצביע גם על ההגמוניה שתופסת האנגלית בכל המערכות האלה.

תרבות ידע

"מה שמאפיין עידן זה היא הופעתה של תרבות חדשה, שבאופן כללי, אפשר לקרוא לה 'תרבות ידע', המצטרפת לתרבויות הקודמות שהניעו את העידן התעשייתי, התרבות העסקית והתרבות הטכנולוגית", אומר ד"ר ישע סיוון מבית הספר לחינוך באוניברסיטת תל אביב. "המאפיינים של תרבות הידע הם היצירה, האחסון, השינוע והעיבוד של ידע על מרכיביו השונים, והעלייה המהירה במקצועות ובתפקידים שעוסקים באופן ישיר בידע, ביניהם חברות התקשורת ותעשיית המחשבים. יותר ויותר אנשים, בכל מקצוע, צריכים להתמודד עם ידע, ואם תתבונן על כל מקצוע, תיווכח שמה שאנשים עושים רוב היום זה לעבד ידע".

אז מה שנחוץ בעידן הזה הוא להפוך את הילדים למנועי חיפוש?

"לא. חיפוש זה פרט אחד ממצבור שלם של כישורים שאנחנו צריכים "לייצר" אצל הילדים. להכרה שהגענו לעידן הידע יש השלכות מיידיות על מערכת החינוך: יש לעיין מחדש באופן בשאלה מה הם תחומי התוכן החדשים שצריך ללמד; כיצד לוקחים את התחומים הישנים ומשנים אותם כך שיהיו רלבנטיים לעידן הזה. אם נגדיר למידה כיכולת לקחת ידע חדש וליצור בתוכו משמעות, אז ברור שיש לנו פה צורך להתנתק מלימוד ידע בעל תוכן ספציפי ולהגדיל את ההשקעה בלמידה עצמה".

מהן ההשלכות לגבי המורים?

"יש תיזה שלמה על תפקיד בתי הספר בעידן הידע. לבתי הספר היום יש את המשאבים הטובים ביותר להתעסק בידע. יש להם כיתות, מקומות חנייה, מורים וזמן. כל אלה הופכים את בתי הספר למקורות הידע של הקהילה כולה, לא רק של הילדים. בית ספר כזה צריך לפעול 24 שעות ביממה, להכשיר את בוגריו להיות לומדים לכל החיים, ולהיות מקום שבו המורים הם הגורם המניע את כל המערכת. הם יוכלו גם לשמש כמתווכים בין הידע לבין צרכניו וגם לסייע ברכישת טכניקות התמודדות עם הידע הזה. אחת הצרות כאן היא, שמורים המשיגים שליטה מלאה בטכנולוגיית הידע החדישה, מקבלים הצעות עבודה הרבה יותר מגרות מבחינה כלכלית ממה שיכול בית הספר להציע להם".

קהילה וירטואלית

אחד האתרים היפהפיים בארץ, מאלה האמורים להכשיר קהילה חינוכית שלמה, הוא זה שנבנה במסגרת פרוייקט גלילאו במעלות-תרשיחא, בניהולו של דוויד גור. גם בהשוואה לאתרים בעלי מגמה חינוכית תוצרת חוץ, כמו cybercity, הוא עומד יפה. תקשוב, אותה אמנה יישומית שנחתמה בין תקשורת למחשב, היא מלת המפתח. "אנחנו לא עוסקים ברשת של מחשבים", אומר עמית בר און, מנהל יחידת המערכות הממוחשבות בעירייה, "אלא ברשת של אנשים. וזאת הנקודה העיקרית: המשתמש הוא המרכז של העניין שלנו, ולא המחשב". גלילאו הוא אתר שנועד ראשית כל לשרת קהילה בעלת מיקום גיאוגרפי תחום - מעלות-תרשיחא - ומכאן שהוא בנוי בצורה יותר הגיונית, פחות הרפתקנית, אבל לא חסרת הפתעות.



מה זאת קהילה וירטואלית?
בר און: "הטכנולוגיות של היום מאפשרות לאנשים ליצור תקשורת בעזרת מחשבים דרך האינטרנט. זה מה שנקרא תקשוב. מלת המפתח פה היא מידע. זה מתחיל ברשת של מאגרי מידע, שם אתה יכול למצוא אזרח שרוצה לדעת מהן תוכניות העירייה, איזה חוגים יש במתנ"ס, מהן הפעילויות לילדים בחופש. זהו מעין לוח מודעות אלקטרוני, שמתעדכן כל הזמן ושנגיש, כמובן, גם לאנשים מחוץ ליישוב. אדם שרוצה לעבור ממצפה רמון למעלות, יכול לבחון את האפשרות הזאת בצורה המדויקת והיעילה ביותר דרך מאגרי המידע האלה. "מעבר לזאת, אנשים רוצים לדבר אחד עם השני, לעשות chatting (שיחה בזמן אמיתי בין משתמשים), לשלוח דואר, להעביר קבצים או לבצע עבודה

זה לא הופך את התקשורת ליותר מנוכרת?
"יש אנשים שקשה להם לדבר פנים אל פנים. יש כל מיני דברים שמפריעים. דרך המחשב התקשורת לפעמים הרבה יותר גלויה ופתוחה, דווקא בגלל הריחוק שהוא יוצר. אני מאמין שהטכנולוגיה הזאת מקרבת בין אנשים".

איזה סוג של פעילויות יש שם לילדים?
"יש שלושה סוגי פעילויות. ראשית, הקמת אתרים בית ספריים, פעילות שמסייעת להם להתגבש וללמוד יותר את המערכת. שנית, איסוף מידע לצורך הכנת עבודות אישיות. ושלישית, פעילות אינטראקטיבית, כלומר, ילדים מבתי ספר במעלות מבצעים פעילות משותפת עם ילדים מבחוץ. ילדים מבית ספר ארזים, למשל, עושים פרוייקט משותף עם ילדים מחורפייש, שנקרא 'ידידות וירטואלית', ואת כל התכתובת הם

"להכרה שהגענו לעידן הידע יש השלכות מיידיות על מערכת החינוך: יש לעיין מחדש באופן נוקב בשאלה מה הם תחומי התוכן החדשים שצריך ללמד; כיצד לוקחים את התחומים הישנים ומשנה אותם כך שיהיו רלבנטיים לעידן הזה"

תקשורת אישית ואלקטרונית

רגב יטיב מחברת אדיוסופט, העוסקת בסביבות למידה הקשורות לחינוך, מדבר בזהירות על ההתפתחויות האפשריות. נכון, המהפכה כבר כאן, אבל דווקא משום כך, אי אפשר לדעת מה יקרה מחר. "כל הדיבור הזה על הוראה



משותפת. יש אצלנו בתי ספר שעובדים באמצעות המערכת על פרוייקטים משותפים, כמו שני תלמידים שחוקרים יחד נושא לעבודה משותפת, כל אחד מביתו".

מה היקף הפעילות היום בקרב הילדים?
"מתוך עשרה בתי ספר חמישה כבר לוקחים בזה חלק. מדובר באוכלוסייה של כמה מאות תלמידים, ויחד עם התושבים מדובר בלמעלה מ-1,500 מנויים במערכת.

הפעילויות שאזכרת, בסך הכול, משתמשות במאגרי מידע משוכללים. מה לגבי הפוטנציאל האינטראקטיבי של המערכת?
"יש לנו אפשרות להתלונן במוקד העירוני דרך דואר אלקטרוני, להתכתב עם ראש העירייה ועם יחידות שונות של העירייה, ובשנים הקרובות אנחנו מתכוונים גם לאפשר מילוי טפסים דרך הרשת".

מנהלים באנגלית לשיפור השפה".

איך משתלבים המורים במערכת שלכם?
"התפקיד של המורים השתנה מן הקצה אל הקצה. פעם מורים היו צריכים להקנות ידע, היום הם צריכים לנווט את הידע, לצייד את התלמיד בכישורים ללמידה עצמאית. זה תהליך קשה שדורש מהפך. הקמנו גרעינים בבתי הספר, ערכנו סדנאות בהשתתפות נציגים של בתי הספר במעלות, והם היו צריכים להעביר את המידע הזה הלאה לעמיתים ולתלמידים שלהם. במקביל קיימנו סדנה נפרדת בחופש לתלמידים ולהוריהם, כלומר, נרשמו רק אותם תלמידים שהצליחו להביא אתם הורה אחד לפחות. כמו שאתה יכול לתאר לעצמך, הילדים היו צריכים לעזור להורים לא מעט. בעבר היה בכל בית ספר רכז מחשוב, היום יש לנו רכז תקשוב".

וירטואלית נמצא עדיין בפיתוח ואפשר רק לדבר על מגמות שמסתמנות", הוא אומר. "הרעיון הוא שבתוך בית הספר הווירטואלי מתקיימת אינטראקציה בין המורים, בין מנחה הקבוצה לבין המונחים ובין הלומדים לבין עצמם. מה שאנחנו באמת לא יודעים זה, האם המורה אמור להיות זמין 24 שעות ביממה, בדומה לקצין תורן בצבא".

אם ניקח, לדוגמה, מורה לחשבון בבית ספר יסודי, איזו הכשרה הוא צריך לעבור על מנת להפוך למורה וירטואלי?
"לרוב, כשמדברים על הוראה וירטואלית, הכוונה היא להוראה מרחוק. קודם כל המורה צריך להיות computer oriented, כלומר, אדם ששולט בטכנולוגיית המחשב, ובעיקר באמצעי התקשורת שהוא מציע. אבל אין שום כוונה או צורך שמורה כזה ילמד לתכנת. אינך צריך להיות 'טיפוס' מסוים של

"מורה או סוג מסוים של אדם על מנת להשתלב במערכת כזאת".

תיאורטית, אפשר לטעון, כי מי ששולט בתקשורת מחשבים - יש לו את הכלים להשיג מידע בכמויות בלתי מוגבלות על כל נושא. אז, למעשה, מדריך טוב יכול לסייע לתלמיד ללמוד מתמטיקה מבלי לדעת מתמטיקה בעצמו.

"מבחינה מסוימת זה נכון. המורה אמור לדעת לכוון את התלמידים אל מקור הידע. אבל גם אם תחפש באינטרנט, ואפילו אם אתה עושה זאת מצוין, לא תמצא מאגר מידע שמסודר בצורה של חומר לימודי דידקטי. אז נכון, חלק מהעניין של הוראה וירטואלית הוא לבנות מאגר כזה, אבל המורה נחוץ על מנת לבאר את הטקסטים שהתלמיד נתקל בהם, כלומר, הוא נחוץ כגורם המתווך".

אנחנו נמצאים בקשר עם החברות המובילות בעולם בנושא, ועדיין לא ראיתי בית ספר וירטואלי ראוי לשמו, שמתפקד באופן עצמאי. יש בעיות טכניות, כמו למשל, להעביר מולטימדיה מלאה דרך הרשת, כי בית ספר כזה מצריך שילוב של תמונה, של קול ושל וידיאו".

התשתית האנושית

"מה שחשוב ומה שאנחנו מנסים לעשות הוא לבנות מאגרים, לא של מידע, אלא של תהליכי ידע", אומר ד"ר ג'וזף מלול, מבעלי חברת מאליג, העוסק בתקשוב חינוך. "נניח שאני נותן לך ספר עם סטטיסטיקות לגבי גודל הנעליים של אנשים בשבדיה. זה מאגר מידע. לא למדת שום דבר, לא רכשת ידע. לעומת זאת, אם אני נותן לך במקביל איזשהו תהליך לימוד, שגורם לך להתרוצץ בתוך המאגר הזה על מנת להרכיב את

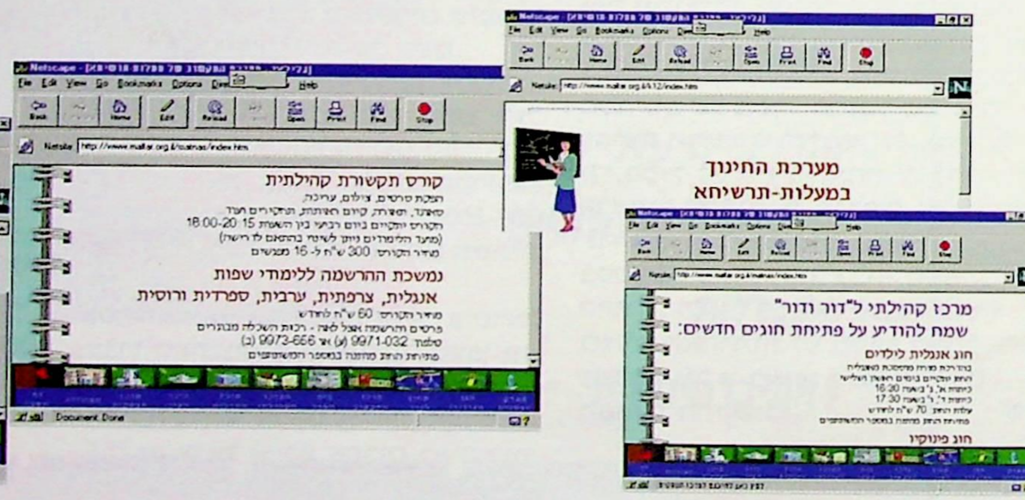
היום להיכנס למערכת, שבתוכה פחות ברור לו מבעבר אל מה הוא נכנס ומה הוא הולך לעבור".

בית ספר וירטואלי?

"הו, אנחנו קילומטרים רבים משם. לפני שיוכל להיות בית ספר כזה, אנשים צריכים להיות מסוגלים לדמיין איזושהי צורה, שבה הם יהיו מסוגלים לנהל אותו בכלל. זה שינוי אדיר מבחינת התפיסה. אף אחד עוד לא ערוך מחשבתית לרעיון, שמחר בבוקר הוא לא ישלח את הילד שלו לבית הספר. לפני שתהיה לנו תשתית אנושית שתדע להתמודד עם זה, אין על מה לדבר, וזה מינימום עוד עשר שנים".

מה שאתה אומר הוא, שהתשתית האנושית מפגרת אחרי התשתית הטכנולוגית.

"בהחלט. להביא בית ספר לסביבה הטכנולוגית המתאימה לוקח לי בערך שבע שעות. אני מביא את הברזל, מחבר





באיזה אופן משנה למידה כזו את היחסים בין המורה לתלמיד?

"השאלה היא איזה מקום היא תתפוס בתוך המערכת הקיימת, כי למרות ההתקדמות, ההוראה הקלסית בכיתה עדיין לא נעלמה. מה שקורה בינתיים הוא, שבנוסף לתקשורת האישית הקיימת, נוסף נופך של תקשורת אלקטרונית. אם במקום מסוים תתקיים למידה מרחוק בלבד, אני מניח שהקשר, לפחות על פניו, יהיה פחות אישי, אבל גם דרך דואר אלקטרוני אנשים מתקרבים זה לזה, ויש אפילו כאלה שמתחתנים כך".

מה לגבי מרכיב הסמכות? אם המורה יעצבן את התלמיד, הוא יוכל פשוט לכבות אותו.

"המערכות האלה אמורות, בינתיים, להשתלב במערכת הקיימת ולא להחליף אותה, כך שלא נראה לי שתתעורר בעיה.

הנתונים - כמו שאתה עושה, למעשה, כשאתה בונה את המאגר - אז ניצלת תהליך, שאמנם מבוסס על גודל הנעליים של האנשים בשבדיה, אבל שבאמצעותו רכשת משהו נוסף.

"עם האינטרנט הסטטי קשה מאוד ליצור תהליכים, ולכן קשה יותר להעביר בחינוך את המתודולוגיות המתקדמות יותר של המדיה החדשה. אופן השימוש באינטרנט עד היום בחינוך היה ברמה הטריביאלית: 'האם מישהו יודע משהו על דולפינים? בבקשה, גשו למאגר המידע הזה והזה ושאבו את המידע'. היום אנחנו משתדלים להשתמש במערכות האלה לעשייה הרבה יותר פדגוגית. אתה רוצה ללמוד על יפן? אז בונים לך אתר, שמאלץ אותך להיאבק כדי להשיג את הידע הזה, כלומר, מציידים אותך לא רק בכלים שיציגו לך את הידע, אלא באפשרות להשיג כל מידע שהוא, במידה ותיזקק לו. אנחנו, למעשה, מאפשרים לתלמיד

אותו, ותוך שבע שעות גמרתי. אין פה שום תעלומה. אבל בשביל להבין איך אני הולך ללמד עכשיו מתמטיקה, זאת כבר תעלומה גדולה. עד עכשיו פשוט לא היו פה השקעות מספיק גדולות. בעולם העסקים, למשל, קיימות כבר מערכות כאלה, שמחצית מהעובדים שלהן עובדים מהבית".

איך זה משפיע על מערכות היחסים האנושיות?

"זה משנה את העולם לגמרי. בסביבות אינטראנטיות מתקדמות המבנה הפירמידי של החברה מתמוטט לגמרי ומתחלף באיזשהו מבנה אקראי, שמשתנה כל הזמן. אין קבוצות עבודה קבועות, הצימוד של האנשים נערך כל יום מחדש. אתה יכול להיות מאוד גבוה בקבוצת עבודה מסוימת היום,

ובמקום בינוני ביום המחרת. זה עושה נזקים כבדים לפסיכולוגיה האנושית. אבל אין חברה ישראלית שנכנסה לזה ולא רואה שם את העתיד שלה. כולם רואים בטכנולוגיה של עידן הידע את כלי העבודה העתידי. בחינוך זה יותר מורכב ואיטי, כי יש שם פחות כסף".

אתה גם מתמטיקאי. יש כבר תחליף למורה אנושי טוב למתמטיקה?

"לרוב האנשים יש חסימה בנושא של מתמטיקה, הקשור לכך שהם לא מוכנים להבין שמתמטיקה היא שפה. כמו שאתה לומד אנגלית או רוסית על ידי זה שאתה מדבר ונכנס לתוך הראש של השפה', כך אתה צריך 'להיכנס לראשי' של המתמטיקה. הנושא הזה הוא אחד התסכולים הגדולים שלי, כי אני נחשב מומחה גדול בתקשוב בחינוך, ומצד שני אני מתמטיקאי, אבל אני לא מצליח לחבר ביניהם. אם אנחנו עדיין לא יודעים ללמד את זה מקרוב, אין שום סיבה שנצליח ללמד את זה מרחוק".

"גם אם תחפש באינטרנט, לא תמצא מאגר מידע שמסודר בצורה של חומר לימודי דידקטי. חלק מהעניין של הוראה וירטואלית הוא לבנות מאגר כזה, אבל המורה נחוץ על מנת לבאר את הטקסטים שהתלמיד נתקל בהם, כגורם המתווך"

עושה רושם שישראל נמצאת במקום טוב מבחינת המחשוב בחינוך.

"ללא כל ספק. אנחנו בחמישייה הפותחת בעולם, גם מבחינת הציוד הטכני וגם מבחינת המתודולוגיות. החיסרון הגדול שלנו הוא, שאנחנו עובדים בשפה דפוקה, 'דפוקה' במובן זה שאנחנו היחידים שעובדים בה. אם אתה צריך לומדות בביולוגיה בשפה האנגלית, אין לך שום בעיה, אבל אם אתה רוצה משהו כזה או אחר בעברית, אתה בצרות".

הקושי הגדול ביותר הוא להכשיר מורים, כך שיוכלו לפעול באופן עצמאי, בלי המומחים, בינם לבין עצמם ועם התלמידים, אומרת דגנית אליעד, גם היא מחברת מאליג. "אולי רק 20 אחוז מאלה שעברו הכשרה, מסוגלים לעשות את זה. חסרה תפיסה מערכתית, שתחסוך למורה שנכנס לעולם המחשוב והתקשוב את הצורך להמציא את הגלגל מחדש בעצמו. במצב כיום מי שנכנס לזה, צריך גם להמציא את מערך השיעור, למצוא את מאגרי המידע בעצמו וכו'".

כמה שעות צריך להשקיע במורה שאינו מיומן?

"זאת גישה לא נכונה. היום, עם המערכות האלה, אין דבר כזה 'זבנג וגמרנו'. היום הכל הרבה יותר נזיל. כמה שנים אדם נשאר היום באותו תפקיד? קצב השינוי קשור גם לטכנולוגיה, כי הכל מתיישן במהירות אדירה. כשם שתהליך ההצטיידות הוא לא מיידי, וצריך כל הזמן לעשות לו שדרוג, כך גם המורים צריכים כל הזמן להתעדכן; הם לא יכולים להרשות לעצמם להפסיק ללמוד. הטמעה זה תרגיל מתמשך, המאה ה-21 היא תהליכים מתמשכים".

העלות והמימון

תשתית: בכ-50 אחוז מכלל בתי הספר בישראל יש היום תשתית מחשבים לפי הסטנדרט שנקבע - מחשב לכל עשרה ילדים. בתי ספר רבים עדיין מחזיקים במחשבי 386, שלא מאפשרים שימוש אידיאלי בטכנולוגיות של היום.

תשתית תקשוב: זוהי סביבה יקרה יותר, ורק לכ-25 אחוז מבתי הספר העל יסודיים כלומר, כמאה בתי ספר - יש מערכת כזאת, ובשנה שנתיים הקרובות עתידים להצטרף אליהם עוד כ-200-300 בתי ספר. בבתי הספר יסודיים תשתית התקשוב פחות נפוצה.

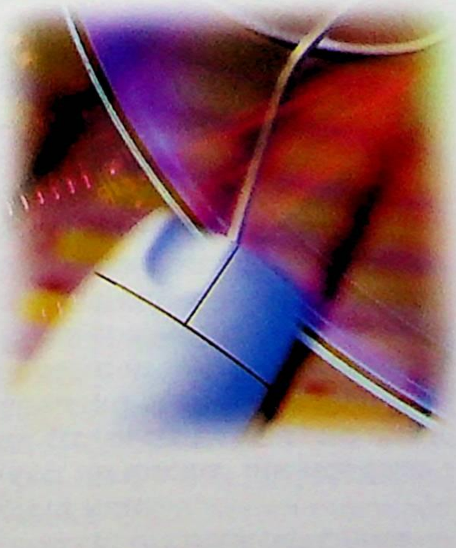
השתלמויות: כ-15 אלף מורים בישראל עברו השתלמויות שקשורות באופן זה או אחר למחשבים, מארבע שעות של הדרכה בדואר אלקטרוני ועד לקורס של 256 שעות על יצירת אתרים באינטרנט. מעטים עברו השתלמויות בנושא התקשוב.

עלות התקשוב (הערכה בלבד): הברזל הבסיסי (המחשב) עולה בסביבות 1,200 דולר. התקנה בסיסית של חיבור לרשת עולה 3,000 דולר. התחזוקה חודשית של החיבור עולה 400 דולר. אם מוסיפים לזה שרת, מדפסת או שתיים וסורק - מדובר בעוד 10,000 דולר. סך הכל: 14,600 דולר. לסכום הזה צריך להוסיף את המכפלה של מספר יחידות המחשב שרוצים להציב בבית הספר ב-1,200 דולר. אולם ייתכן, כי עד שתסיימו להתקין את המערכת, היא כבר תתיישן, ולעשות שדרוג (upgrading) למערכת כמו בית ספר זה עסק הרבה יותר יקר.

מימון: קיימות מספר אפשרויות. תוכנית המחשוב, שמתיימרת להכניס לתוך בתי הספר מחשבים חדשים או לשדרג את הישנים, הרשויות המקומיות, שנכנסות לעיתים לעזור או השיטה הישנה של גיוס תרומות. אין דרך אחת להביא את בית הספר שלכם לעולם התקשוב, אבל בית ספר שיש לו מנהל המחויב לעניין, בדרך כלל מוצא דרך.

"עם האינטרנט הסטטי קשה מאוד ליצור תהליכים, ולכן קשה יותר להעביר בחינוך את המתודולוגיות המתקדמות יותר של המדיה החדשה. דרך השימוש באינטרנט עד היום בחינוך היתה ברמה הטריביאלית. היום אנחנו משתדלים להשתמש במערכות האלה לעשייה יותר פדגוגית"

יפה ויגוטסקי, מנהלת המנהל למדע וטכנולוגיה במשרד החינוך מציינת, כי במוסדות הממוחשבים במסגרת תוכנית המחשוב של משרד החינוך ממומנת רכישת החומרה בסך של 60 אחוז על ידי מפעל הפיס ו-40 אחוז על ידי הרשויות המקומיות. לדבריה, "יש מקום נרחב יותר לשימושים מעשיים בטכנולוגית התקשוב בבתי הספר היסודי, ולאור הניסיון שנצבר בארץ בשנים האחרונות יש מקום לפעול בשכבת גיל זו באופן מערכתי לשם הטמעת התקשוב".



ילד, אתה אזרח העתיד

תוכניות הלימודים החדשות במדע וטכנולוגיה מנסות לגשר בין עולם הידע וכיתת הלימוד. התפתחויות, שינויים ועדכונים אלה הם מלות המפתח של כל המלמדים מדע וטכנולוגיה מגן ועד תיכון. נפגשנו עם ד"ר חנה ויניק, המפקחת המרכזת על לימודי המדעים והטכנולוגיה במשרד החינוך, כדי לשמוע על החידושים האחרונים ועל ההיערכויות לקראתם

מאת כתב "אאוריקה"

זיניק: ״תוכניות לימוד למקצוע החדש מדע וטכנולוגיה יוצאות בימים אלה כחלק מיישום דוח ועדת הררי. עד היום היו לנו בכיתות א׳-ו׳ שני מקצועות נפרדים, מדעי הטבע, שנלמדו באמצעות תוכנית הלימודים מב״ט, וטכנולוגיה. טבע היה תמיד מקצוע חובה, וטכנולוגיה לא לימדו בכל בתי הספר.

״במהלך תשנ״ח נצא בתוכנית לימודים מחודשת לכיתות א׳-ו׳ למקצוע מדע וטכנולוגיה. תוכנית הלימודים החדשה לא מתנתקת ממב״ט (הסילבוס הקיים), אנחנו גם לא מתנתקים ממקצוע הטכנולוגיה; שתיהן תוכניות די חדשות, וכעת נעשה שילוב מהותי ביניהן.

״בחטיבות הביניים החלו ללמד את המקצוע החדש מדע וטכנולוגיה לפי סילבוס שפורסם לפני כשנה וחצי.

תוכניות הלימוד לגיל הרך, גם הן עוברות בימים אלו עדכונים. בתוכניות הלימוד החדשות יש דגש על ספירליות, המלווה את הלומד החל מגן הילדים ועד לסיום החטיבה העליונה. הלימוד מהגיל הרך ועד סוף י״ב נעשה תוך התייחסות להתפתחות המקצוע ולהתפתחות הקוגניטיבית של הלומד. בחרנו מספר נושאים המלווים את התלמיד לאורך השנים והמקבלים דגשים חדשים ועומק נוסף לאורך שנות הלימוד.

״תשומת לב מיוחדת ניתנה לרצף שמן הגיל הרך ועד ליסודי ולמעבר שבין חטיבת הביניים והחטיבה העליונה. ברוח דוח ועדת הררי ילמדו תלמידי החטיבה העליונה, המעדיפים להתמחות בתחומים שאינם מדעיים או טכנולוגיים, את המקצוע החדש, מדע וטכנולוגיה בחברה (מוט״ב)״.

כיצד מתייחסת התוכנית החדשה ל״אוריינות״ השימוש במחשבים?

״המחשבים הם כלי והם משולבים בהוראת מדע וטכנולוגיה כמו גם בכל המקצועות האחרים. באופן טבעי, שילוב מחשבים בתהליך ההוראה מתחיל במדע וטכנולוגיה, כי המורים שם יותר דינמיים ופתוחים לשינויים. את קפיצת המדרגה שעשינו בשילוב המחשוב בתחום זה, יש להעביר לכל מקצועות הלימוד.

״המחשב הוא כלי עבודה שיש לו ביטוי בכמה אופנים: בלומדות סגורות, מאגרי מידע, במעבדה ממוחשבת, באמצעי סימולציה, בגיליון אלקטרוני, במעבד תמלילים ובכל מה שרק אפשר.

הפוטנציאל הגלום בכלי זה הוא אדיר. הערך המוסף של השימוש במחשבים אינו בכך שהם מחליפים את ספר הלימוד, המחברת או ערכת התמונות. האתגר הגדול הוא ליישם באמצעות המחשב דברים שלא ניתן לעשות באמצעי ההוראה המסורתיים.

למחשבים יתרון משמעותי בהמחשת דברים מופשטים. מדע וטכנולוגיה הוא מקצוע מופשט, וגם כאן יש לנצל את יתרונות המחשב״.

לדוגמה?

״אם אנחנו רוצים, למשל, לתאר תמונת שינוי טמפרטורה כשינוי מזג האוויר. תלמיד בכיתה ב׳ לא יודע לצייר את הגרף, הוא גם לא יודע לקרוא את הטמפרטורה. כאן ניתן לשלב מחשב המצויד בחיישן, והגרף במחשב, העולה ויורד, מספר שהטמפרטורה היא משהו משתנה, דינמי. יש לומדות יפהפיות לילדים בכיתה א׳-ב׳, הממחישות תופעות ועקרונות שקשה מאוד להמחיש באמצעים ויזואליים אחרים״.

דרישות שוק התעסוקה משתנות כיום בקצב מהיר. האם עובדה זו צריכה להכתיב את תוכניות הלימוד בבית הספר?

״אחת המטרות העיקריות בחינוך בבית הספר יסודי, בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה היא להכשיר את אזרח העתיד, אזרח שיידע לקבל החלטות בתחומים שונים הקשורים למכלול חייו, וללא קשר לתחום התמחותו האקדמי. הווה אומר, שצורכי המשק העתידיים הם רק מקור.

״לתוכנית לימודים יש שלושה מקורות: צרכים חברתיים, צורכי המקצוע וצורכי הלומד. בפרק הזמן שיעבור בין לימודי הילד בבית הספר היסודי ועד להחלטתו על תחום התמחות אקדמי יתרחשו שינויים רבים: הלומד והעדפותיו ישתנו, וצורכי החברה עשויים להשתנות.

מטרתנו כאן אינה להעניק ללומד הכשרה מקצועית אלא השכלה ״תרבותית״, שבה למדע ולטכנולוגיה מרכיב משמעותי, מבלי לבטל את חשיבות ההכשרה המקצועית בכיתות הגבוהות.

״יחד עם זאת, תוכנית הלימודים מושפעת מצרכים חברתיים. כך למשל, תוכניות הלימוד במדע וטכנולוגיה בשנות ה-60 ראו את מטרת העל שלהן בהכשרת מדען העתיד ומהנדס העתיד. זה היה בעקבות שיגור ה״ספוטניק״ על ידי הרוסים, שהקדימו את המערב בכיבוש החלל. קמה אז צעקה גדולה, והופנתה אצבע מאשימה כלפי מערכת החינוך. בעקבות זאת ראו את גולת הכותרת של החינוך המדעי טכנולוגי בהכשרת מקצועני טכנולוגיה. היום אנחנו מדברים על אזרח העתיד, על הרלבנטיות של הלימוד בכיתה לחיי היומיום.

״מחקרים הראו, שילדים דיווחו על הנעשה בבית הספר כמנותק מהמציאות. בית הספר היום מרחיב את הפן היישומי. תוכנית הלימוד החדשה מורכבת מהידע שאנו רואים כרלבנטי לפרטים פעילים בחברה, ואנו מקנים אותו כהכשרת יסוד.

״העולם הטכנולוגי עובר שינויים מואצים. זה לא יהיה נכון ללמד מכשירים ספציפיים או דוגמאות פרטיות. תוכנית הלימוד מתמקדת ברמת העקרונות, כי העקרונות הם פחות דינמיים מאשר התפוקות היישומיות שלהם. החוקים הבסיסיים בתחום המדעי במאות השנים האחרונות נותרו תקפים, בעוד שהטכנולוגיות הן שעברו שינויים״.

את ניוטון ימשיכו ללמד?

״כן, אבל לא מסתפקים רק בניוטון, אלא מראים איך עובדים חוקי ניוטון בהיבטים של חיי היומיום. אבל שלא תיווצר תמונה מעוותת: לא נסתפק בהיבט היישומי. ההיבטים הטכנולוגיים יישענו על מתודולוגיה ועל התבוננות בתהליכי פתרון בעיות, שהן פועל יוצא של צרכים חברתיים-אנושיים״.

את מרוצה מהאופן בו מעבירים את הנושאים האלה כיום?

״אני מרוצה מהדינמיות. המקצוע מתפתח, ומערכת החינוך צריכה לעקוב אחר השינויים. אנחנו ערים מאוד לשינויים ונותנים להם מענה. אני חושבת, שבנינו תוכנית בינתחומית יפה, שנקודת המוצא שלה היא תחומית. כלומר, איננו פוגעים במאפיינים התחומיים״.

מה לגבי הכשרת המורים בהעברת תוכניות הלימוד החדשות בכיתה?

״בחטיבת הביניים זה היה מהפך תפיסתי, כזה שהצריך הכנה שונה של מורים. התוכניות הקיימות בבית הספר היסודי כבר עשו צעד משמעותי לקראת המעבר הנוכחי, כך שההתקדמות שלנו היא יותר אבולוציונית. יהיה צורך לשים דגש על התאמת כוח ההוראה הקיים במדעי הטבע ובטכנולוגיה לקראת הוראת המקצוע המשולב מדע וטכנולוגיה.

״אנחנו משקיעים הרבה מאוד בהקלה על המורים בהתמודדות עם התכנים החדשים; כיום משתלמים כאלף מורים בהוראת המקצוע החדש, מוקמים מרכזי מורים אזוריים בכל הארץ, ופועלים אמצעי תקשורת למורים כגון רשתות מתוקשבות וכתבי עת.

״העולם סביבנו עובר תהליכים, ועולם ההוראה חייב להיות משולב בתהליכים הללו. אני משוכנעת, שגם ציבור המורים ייצא נשכר בסופו של דבר מהתהליכים שמתרחשים. אנו, מצידנו, עושים רבות על מנת לסייע במעבר הזה״.

כשרוצים לתת דוגמה למשהו לא צפוי, אומרים: כמו מזג האוויר; כשרוצים לתת דוגמה למשהו לא ודאי, אומרים: כמו התחזית. יחד עם זאת, אין כמעט מהלך בחיינו, בכל רמה ותחום כמעט, שאינו תלוי בחיזוי התנהגותם של גורמי הטבע. אך האם אפשר לקרוא לזה מדע?

אין חזאי בעירו

ד"ר ברוך זיו

תחום: תוכנית הלימודים בהוראת מדעים

ציר מוביל: כדור הארץ והיקום

מושגי מפתח:
- מטאורולוגיה
- מזג אוויר
- אקלים
- תחזית מזג אוויר
- חיזוי
- תהליכים באטמוספירה
- מפה סינופטית

קשרים בינתחומיים:

אקולוגיה
תהליכי שינוי באטמוספירה והשפעתם על מערכות חיים. התמודדות האדם עם תופעות טבע והתאמת פעילותו והתנהגותו לתנאי אקלים ומזג אוויר

עולם היצורים החיים
השפעת תופעות הקשורות במזג אוויר על התנהגות של יצורים חיים

תקשורת
התרומה של לוויני תקשורת לתהליכי חיזוי

עולם מעשה ידי אדם
תכנון ובנייה של מבנים וכסות המתאימים לתנאי אקלים ומזג אוויר

החלטות רבות מתקבלות באמצעות שימוש בתחנות מזג אוויר. כמו למשל, מפגן חיל האוויר ביום העצמאות או עיתוי ליציקת בטון או קביעת מועד הזריעה של גידולי החורף. כולנו נעזרים בתחזיות מזג האוויר. יש בינינו המתכננים את מועדי תליית הכביסה לפיהן, יש הקובעים את מועדי הטיול שלהם לפיהן, ואחרים את מועדי זריעת החיטה. התחזיות המטאורולוגיות משמשות נושא לביקורת מתמדת, ולעיתים אפילו מושא לאיומים. באוקטובר 87' ניתנה בבריטניה תחזית לסערת גשמים מהסוג המוכר שם בעונת הסתיו. הסופה הגיעה במועדה, אך עוצמתה עלתה לאין שיעור על המצופה. מאות עצים נשברו ונעקרו, ואנשים רבים נפגעו. זעם הציבור הגיע לדרגה כזו, שבעיתונות הופיעו "קריקטורות" בהן נראו חזאים מוצאים להורג בתלייה.

מעבר לעובדה שהחיזוי אינו תמיד מדויק, מצביע סיפור זה על המטען הרגשי הכרוך בצפיות של בני אדם מאלה החוזים להם את עתידם. במאמר זה ננסה לתאר ולהגדיר מהו תהליך חיזויו של מזג האוויר, ולהבהיר את השאלה האם המטאורולוגיה היא מדע מדויק. ואפילו נמכור לכם כמה סודות מקצועיים.

מעשי אבות ומעשי בנים

מאז ימי קדם שאפו בני האדם לחזות מראש את תופעות הטבע, בעיקר את אלה שצפנו להם סכנה. היה זה טבעי שהחקלאים ויורדי הים הקדמונים ידעו לחזות את מועדי עונות השנה ובהדרגה פיתחו כללים לפיהם צפו את בוא הסערה או הגשם. אליהו הנביא, שנדרש לבשר לעמו על בוא הגשם המתמהמה, ידע לשלוח את נערו מערבה אל עבר הכרמל כדי לאתר את ענני הגשם הראשונים. בהתבשרו על הופעת העננה הראשונה, "שגודלה כגודל כף יד", התגלה אליהו לא רק כנביא אלא גם כחזאי. הוא תירגם את המידע ללשון אזהרה: "אסור ורד"! ואכן, "השמיים התקדרו עבים ורוח, ויהי גשם גדול". עבודת החיזוי של אליהו משקפת את אחד מכללי החיזוי המוכרים בארץ, והוא שענני הגשם באים ממערב. כלל זה נכון אמנם לענני הגשם הפוקדים את אזורנו בחורף, אך לא לענני הרעמים הבאים בעונות המעבר מדרום והעלולים לגרום לשטפונות בערבה ובנגב. מקצוע החיזוי התקדם במשהו מאז ימי הנביא, ומדינות רבות מקדישות כיום משאבים רבים לפיתוח ולאחזקה של מרכזי חיזוי משוכללים. מעבר לסיפוק סקרנותנו באשר לשאלה מה יהיה, עשוי תכנון המתחשב בתחזית מטאורולוגית לחסוך במשאבים, למנוע נזקים ואפילו אבידות בנפש. כשצפוי גשם חזק, ניתן להימנע מבעוד מועד מביצוע עבודות שעשויות להיכשל או להסתיים בנזק כגון סלילת כביש, יציקת גג או חריש. כאשר צפוים תנאי שרב, ניתן לתגבר את ההיערכות לכיבוי שריפות ולהשקות גידולים הרגישים לחום ויובש. תחזית לרוח חזקה מאפשרת לחקלאים לחזק את החממות ומתקנים אחרים שעשויים להיפגע מהרוח. חקלאי המקבל התראה על הפוגה ממושכת בגשמים בעיצומו של חורף, יכול לפרוס מערכת השקיה כדי למנוע התייבשות גידולים, שעלולים להינזק ללא תקנה.

התחבורה היבשתית, הספנות והתעופה רגישים במיוחד לתנאי מזג האוויר ומצריכים סוג מיוחד של תחזיות. די להיזכר בתאונות השרשרת רבות הנפגעים שנגרמו ב"חסות" ערפל במערב אירופה, כשתנאי הראות לא איפשרו לנהגים לראות את הרכב שלפניהם או להבחין בעצירתו הפתאומית. ערפל גרם בעבר וממשיך לגרום גם כיום התנגשויות קטלניות בין אוניות. חיזוי של תנאים כאלה עשוי להגביר עירנות, להותיר מרווח זמן לשינוי נתיבי נסיעה או שייט ולשינוי מועדי המראה של מטוסים.

הרצון לחזות מראש את העתיד הוביל לכך שבתחומי מדע רבים ומגוונים קיים ענף מקצועי העוסק בחיזוי. מומחים ליחסים בינלאומיים מנסים לחזות את עתידם של משטרים בארצות שונות, כמו למשל בהונג קונג שלאחר המעבר משליטה בריטית ליברלית לשליטה סינית. די אם נתבונן בתחזיות המנוגדות המתפרסמות חדשות לבקרים כדי שנבין, שלפחות חלקן יתבדו. כלכלנים רבים מקדישים מאמצים להעריך את שיעור האינפלציה הצפוי, למרות אי הוודאות הבלתי נמנעת

הכותב הוא דוקטור למטאורולוגיה באוניברסיטה הפתוחה

שבתחזיותיהם. גיאולוגים מנסים, ללא הצלחה, לחזות התפרצויות וולקניות ורעידות אדמה. בהשוואה לאלה, נראה שהחיזוי המטאורולוגי, גם אם אינו מתאמת תמיד במדויק, הוא אחד המוצלחים שבענפי החיזוי.

המדע מדויק; החיזוי - לא!

יש הרואים את חיזוי מזג האוויר כביטוי העיקרי והמייצג של מדע המטאורולוגיה. הואיל, כאמור, והחיזוי אינו מדויק, הם מגדירים את מדע המטאורולוגיה כולו כלא מדויק. נראה שהמושג "מדע מדויק" אינו ברור כל צורכו. לרובנו נראה, שמדע מדויק הוא מדע הנותן תשובות מדויקות לבעיות בהן הוא מטפל.

מדע המטאורולוגיה הבסיסי חוקר תופעות אטמוספיריות ומנסה למצא להן הסברים, ומבחינה זאת, כדאי להשוות אותו למדע הפיסיקה.

כאשר הפיסיקאי ניגש לפתרון בעיה מעשית, הוא עשוי להגיע לפתרון מדויק. ניתן, למשל, לחשב ברמת דיוק גבוהה את מסלולה של חללית המשוגרת לעבר מאדים ולצפות בטלסקופ בהתגשמות התחזית. הדבר אפשרי משום שהחללית משייטת בחלל, הנקי מחיכוך, והכוחות השולטים בו הם כוחות המשיכה של השמש ושל כוכבי הלכת הקרובים למסלולו, ומשום שהשפעתם של כוחות אלה קלה לביטוי מתמטי מדויק. קשה יותר לחשב במדויק את מסלולו של טיל המשוגר לעבר מדינת אויב (ולכן לא ניתן לפגוע במדויק במטרה), למרות שהמרחק קטן לאין שיעור. הסיבה לכך היא שאת רוב זמנו "מבלה" הטיל באטמוספירה של כדור הארץ, שהשפעתה תלויה במגוון של גורמים שאינם ידועים במדויק. משימתו של הפיסיקאי תסתבך ואף תהפוך לבלתי אפשרית, אם ינסה לחזות את מעופו של עלה הנושר מעץ איזדרכת בעת שלכת סתווית.

החיזוי המטאורולוגי משתמש בנתונים מדודים כדי לחשב את השינויים הצפויים בטווח של מספר ימים. נתונים אלה בחלקם אינם ידועים ובחלקם אינם מדויקים (נושא זה יורחב בהמשך), ואי הוודאות בידיעת המצב בהווה פוגעת בחישוב התנאים העתידיים. מצב זה מבטא את התנאים הבעייתיים בהם פועל החיזוי ולא את מהות מדע המטאורולוגיה.

סימנים מבשרים

ידוע לנו שמזג האוויר בכל מקום תלוי בתנאים השוררים באזורים השכנים. מכאן שכדי לחזות את התפתחות מזג האוויר יש לדעת את המתרחש באזורים סמוכים, דבר המחייב אמצעי תקשורת. בהעדרם של אלה, קשה היה לצפות להישגים מקצועיים מרשימים בתקופת התנ"ך, למשל. יחד עם זאת, כושר החיזוי שהפגינו אליהו הנביא ואחרים מעיד על מידה לא מבוטלת של תבונה. מניסיונם, לפעמים הכואב, למדו בני האדם מהם הסימנים המבשרים על שינוי ומהיכן הוא מגיע. הם פיתחו, איפוא, "כללי אצבע", הקושרים סימנים מקדימים והמבשרים התפתחויות במזג האוויר דוגמת הכלל של אליהו, שציפה לבוא ענני הגשם מכיוון הים.

כלל אצבע מוכר הוא זה הקובע ששמיים אדומים מבשרים סופת רוח. כיום אנו מסוגלים להסביר את מקור הכלל. סערה נעה על פי כיוון הרוח ברום שהוא לרוב ממערב למזרח, ובמהירות שהיא כחצי ממהירותה של הרוח ברום. במצב בו נמצאת סערה ממערב לישראל, הרוחות החזקות הקשורות בה מעלות במדבר המצרי והלובי ענני אבק, המיתמרים לגובה של מספר קילומטרים. רוחות הרום מסיעות את האבק במהירות העולה על מהירות תנועת הסערה, ולכן האבק מקדים את בואה. נוכחות חלקיקי האבק ברום הגבוה גורמת לפיזור מוגבר של קרני השמש, במיוחד בצבע האדום, ה"צובע" את השמיים. החקלאי הקדמון לא ידע מהם התהליכים העומדים מאחורי התופעות, אך הכיר היטב את הסימן המבשר עצמו.

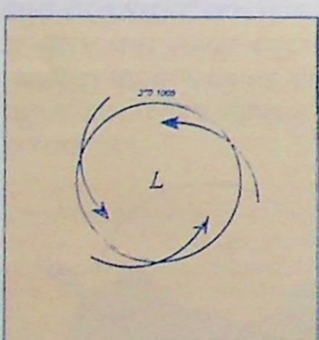
הדוגמה מראה, שכללי האצבע מעוגנים היטב במציאות הגיאוגרפית של האיזור בו נקבעו. אחת הדוגמאות קשורה בכלל האומר, שהילה לבנה סביב השמש או הירח מבשרת גשם. מקור הכלל הוא באזורים הממוזגים כמו אירופה או צפון ארצות הברית. ההילה היא תופעת לוואי לענני נוצה המתפשטים על פני השמיים. עננים כאלה קשורים, לרוב, בחדירה של אוויר חם לאיזור קר. האוויר החם "דוחק" את האוויר הקר, עולה מעליו בתנועה אלכסונית ויוצר תוך כדי כך משטחים של עננים בגבהים שונים. על פי סדר האירועים האופייני האוויר החם, והעננות שמתפתחת בו, מגיעים תחילה לרום הגבוה ובהדרגה חודרים לשכבות יותר נמוכות, כך שהתהליך מתחיל בהופעת עננות גבוהה, וממשיך בעננות הבינונית והנמוכה, שאיתן מגיע הגשם. האוויר החם הפוקד את אזורנו, מגיע מהמדבר. זהו אוויר יבש המסוגל לכן ליצור עננות גבוהה בלבד. ההילה מבשרת אצלנו התחממות אך לא גשם. תיירים ועולים חדשים מארצות המצויות באיזורים הממוזגים עלולים לפרש שלא כהלכה את הופעת ההילה.

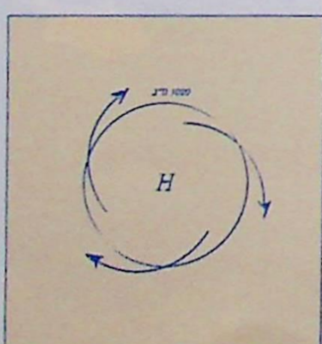
משמעות הדבר היא שכשבני אדם נוסעים ממקום למקום, ייתכן שעליהם לעדכן את כללי האצבע שהם נושאים בליבם, בטרם יישמו אותם במקום מושבם החדש. דוגמה קיצונית לכך היא הרוח הדרום מערבית בישראל בחורף. רוח מכיוון זה נחשבת בצפון הארץ כרוח מבשרת גשם, ואילו בדרום הארץ היא אות להיעדר גשם.

סיבת הדבר היא מיקום הים. רוח דרום מערבית מחדירה לצפון הארץ אוויר לח היישר מהים, ולכן הסיכויים לגשם טובים, בעוד שרוח מאותו כיוון הנושבת לעבר הנגב, מחדירה אליו אוויר יבש מכיוון סיני, ואז הסיכוי לגשם קלוש.

המפה הסינופטית

תנאי מזג האוויר בכל מקום, אם כן, קשורים באופן הדוק לאלה שבסביבותיו. כדי לחזות את התפתחות מזג האוויר יש לדעת תחילה במדויק ככל שניתן את תנאי מזג האוויר בשטח גדול ככל האפשר. לשם קבלת תמונה "בו זמנית" של מזג האוויר נחוצים רשת של תחנות תצפית ואמצעי קשר מהירים. רק במאה ה-19 הגיעו אמצעי הקשר לרמה שאיפשרה לשרטט על מפה גיאוגרפית נתונים מטאורולוגיים בו זמניים. מפה כזו נקראת "מפה סינופטית".

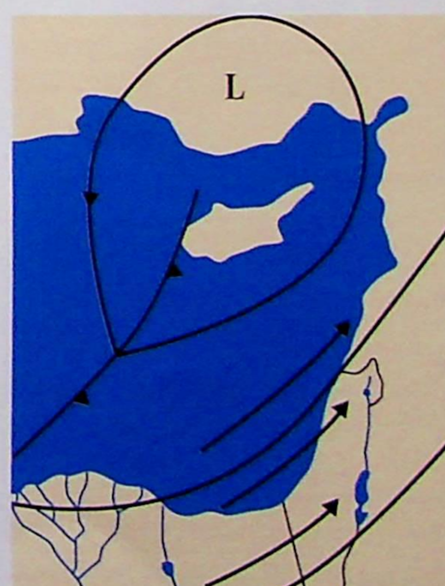




איור 1. מפת לחץ ורוח. הקווים הרצופים הם קווי לחץ. והקווים עליהם מסומנים חיצים הם קווי זרימת הרוח. באיור העליון מתואר שקע ובתחתון רמה. האיור מתאים לחצי הכדור הצפוני.

מקור המלה הוא שילוב המלים "סינכרוני", כלומר בו זמני, ו"אופטי", כלומר חזותי. מפות אלה מכילות נתונים מדודים כגון טמפרטורה, רוח, לחות ולחץ אוויר, ופרטים משלימים, כגון תיאור העננים ותופעות כמו שלג, עמודי חול וכו'.

אחת התרומות הטכנולוגיות שהקפיצו את התפתחות החיזוי קדימה הוא המצאת הברומטר, מד לחץ האוויר. שלא כמו במקרה של הטמפרטורה והרוח, אין ביכולתנו לחוש את השינויים בלחץ האוויר החלים יום יום (אין הכוונה לשינויים החדים שאנו חשים בנסיעה בדרך הררית או בטיסה). מתברר, ששינויים אלה הם הגורמים לנשיבת הרוח, ובעקבותיה לגלי חום וקור, להיווצרות עננים וכו'. הניסיון שנצבר במאות האחרונות הביא להתפתחות התיאוריות המדעיות המסבירות את מבני הזרימה של האטמוספירה. נקודת המוצא בתיאוריות הללו היא, שכשקיימים הפרשים בלחץ בין שני מקומות שכנים, האוויר "נדחף" לעבר האיזור בו הלחץ נמוך יותר. מסיבות הקשורות בסיבוב כדור הארץ אין האוויר נע ישירות לעבר הלחץ הנמוך, אלא סוטה מעט מכיוונו ימינה בחצי כדור הארץ הצפוני ושמאלה בחצי הדרומי. עיון במפת הלחץ מאפשר איתור אזורים בהם הלחץ נבדל מסביבותיהם. איזור בו הלחץ נמוך מאשר בסביבותיו מכונה "שקע ברומטרי", ואיזור בו הלחץ גבוה מאשר בסביבותיו נקרא "רמה ברומטרית".



איור 2: רוחות דרום מערביות ומשמעותן בחלקי הארץ השונים.

מאיור 2 אפשר להסיק, שהרוחות סביב השקע חגות נגד כיוון השעון תוך התכנסות למרכזו, בעוד שברמה הן חגות עם כיוון השעון תוך התבדרות לצדדים. בחצי כדור הארץ הדרומי מגמת הסיבוב הפוכה. התכנסות האוויר אל השקע כרוכה בעלייתו מעלה, והתבדרותו כרוכה בשקיעתו מטה ("התמוככות", בלשון המטאורולוגים). עליית האוויר מעודדת יצירת עננות ומשקעים, ושקיעתו מונעת עננות. יתרה מזאת, שיפוע הלחץ סביב השקע חריף יותר מאשר ברמה, ולכן עוצמת הרוחות שם גבוהה יותר. מהאמור ניתן להסיק, שבאיזור בו מצוי שקע ברומטרי יש לצפות לעננות, למשקעים ולרוחות חזקות, כלומר למזג אוויר סוער, בעוד שבאיזורים בהם מצויות רמות ברומטריות, נצפה למזג אוויר שקט ונאה.

מדינות רבות מקדישות כיום משאבים רבים לפיתוח ולאחזקה של מרכזי חיזוי משוכללים. מעבר לסיפוק סקרנותנו באשר לשאלה מה יהיה, עשוי תכנון המתחשב בתחזית מטאורולוגית לחסוך במשאבים, למנוע נזקים ואפילו אבידות בנפש

מעקב יומיומי אחר המפות הסינופטיות מאשר את ההערכות האלה ומגלה בנוסף שמערכות הלחץ, כלומר השקעים והרמות, משנות את מיקומן ואת עוצמתן מיום ליום.

מובן שהקשר בין מפת הלחץ ומזג האוויר מורכב יותר, אך ברור שחיזוי המפה העתידית הוא המפתח לחיזוי מזג האוויר עצמו. מכלול המפות הסינופטיות, כגון מפת הטמפרטורה, הלחץ והרוח בגבהים השונים, מגדירות "מצב סינופטי". מבחינתנו של החזאי, משהגדיר לעצמו את המצב הסינופטי, הוא מסוגל לתרגם אותו ללשון מפורטת של תנאי מזג האוויר באיזורים הכלולים במפה.

חיזוי מספרי

עד שנות ה-60 התמקדה מיומנותו המקצועית של החזאי בשתי פעולות: יצירת מפות סינופטיות חזויות ותרגום המפות ללשון מזג האוויר. במהלך שנות ה-70 החל להתגשם בהצלחה גוברת והולכת חלומם של מדענים רבים: למסור את תפקיד יצירת המפות החזויות לידי המחשב.

המחשב מבצע את התהליך על ידי פתרון משוואות המחשבות את השינויים הצפויים בערכיהם המספריים של המשתנים המטאורולוגיים. תהליך זה נקרא "חיזוי מספרי" או "חיזוי נומרי". החישוב נעשה על "מודל" שהוא תמונת האטמוספירה, כפי שעובדה בהתאם ל"יכולתו השכלית" של המחשב. המרחב האטמוספירי המקיף את כדור הארץ מחולק לתאים דמויי קובייה. כל תא מיוצג על ידי נקודה המצויה במרכזו. הנקודות מהוות "סריג", כפי שאפשר להתרשם מהמפה שבאיור 3.



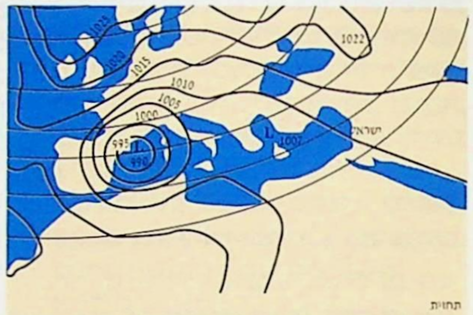
איור 3: נקודות סריג באיזור הים התיכון. השטח המוצלל המקיף את הנקודה שבמרכז המפה הוא השטח שמיוצג על ידה. מתוך מבוא למטאורולוגיה. האוניברסיטה הפתוחה.

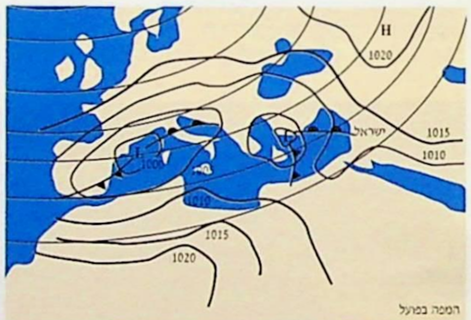
ערכי המשתנים האטמוספיריים שמהם מתחיל החיזוי נקראים "תנאי התחלה". חישוב הערך החזוי של הלחץ בנקודה מסוימת הוא הוספת ערכו המספרי של השינוי, כפי שחושב באמצעות משוואת החיזוי, לערכו ההתחלתי. הואיל והשינויים בתנאי מזג האוויר בכל מקום תלויים בתנאים שבסביבתו, כל חישוב חייב לכלול נתונים מנקודות סריג שכנות. כדי ליצור הדמיה ריאליסטית ככל האפשר, יש לבצע את החיזוי ב"צעדי זמן" קטנים, באורך של כחמש דקות. ייצורה של מפה חזויה לטווח של יממה מצריך מאות אלפי חישובים, בהתאם למספר נקודות הסריג ולמספר צעדי הזמן הנדרשים. כדי שמועד השלמת החיזוי יחול בטרם יחלוף הזמן במציאות, היה עלינו להמתין עד לשנות ה-70, בהן הושגה יכולת החישוב הנדרשת.

מגבלות החיזוי וה"כאוס"

במהלך שנות ה-80 החל להסתמן יתרון ברור למפות החזויות על ידי המחשב על פני אלה שנחזו בידי חזאים. במקביל, עם השתכללותם של אמצעי החישוב,

התארך טווח החיזוי מיום-יומיים לארבעה ימים ויותר. הדבר הגביר את הציפיות מצד אנשי המדע ומצד הצרכנים ועורר תקוות להגיע לחיזוי מדויק לטווח של חודש ואולי אפילו של עונה שלמה. כישלונות חוזרים ונשנים בחיזוי, כגון זה שנזכר בראשית המאמר וזה המודגם באיור 3, בפרט בטווח של חמישה ימים ויותר, שבו ועוררו את הדיון המדעי בשאלות "לאיזה טווח ניתן לחזות את מזג האוויר, והאם ניתן להגיע לדיוק מוחלט?"





איור 4: מפה חזויה על ידי השירות המטאורולוגי הבריטי ליום 2.11.86 והמפה בפועל. משמעות התחזית - צפוי מזג אוויר חמים וואה ובפועל "ירדו גשמים באזורים רבים בארץ. על פי מדוע טועים החזאים.

מתמטיקאים שחקרו את תכונותיהן של משוואות החיזוי, ניסחו את מגבלות החיזוי כנעוצות בשלושה גורמים: היותן של המשוואות אי-לינאריות, חלוקתו של התווך לנקודות סריג והגדרה לא מדויקת של תנאי ההתחלה.

הסבר הגורם הראשון מחייב דיון מתימטי מפורט ולכן לא נעמיק בו, אך נציין שמשמעותו היא, ששינוי מזערי בערכים המספריים של תנאי ההתחלה עלול להוביל לשינוי מפליג בתוצאת החיזוי. פירוש הדבר הוא, ששני מצבים סינופטיים הנראים זהים למראית עין, עלולים להתפתח במהלך הזמן באופן שונה. תכונה זו, המאפיינת את האטמוספירה, מאפינת מערכות אחרות בטבע, כמו אוכלוסיות של בעלי חיים וזרמי ים, ומכונה "כאוס" (תוהו ובוהו). מעניין לציין, שבמקביל לחיזוי המספרי, נעשו ניסיונות רבים לחזות את מזג האוויר באופן "אנלוגי". חיזוי כזה נפתח בהשוואת המצב הסינופטי הנוכחי למצבים שהיו בעבר. לאחר שנבחר המצב הדומה ביותר, נקבעת התחזית על פי התפתחות המצב במקרה שנבחר. חיזוי זה נכשל מן הסתם בגלל שאין מצבים סינופטיים שחוזרים על עצמם במדויק, וההבדלים הבלתי נמנעים בין המצב הנוכחי לבין זה שהוכתר כדומה לו עשוים להביא לשוני במהלך ההתפתחות, כנגזר מתכונת הכאוס.

משמעות הגורם השני היא, שהמשוואות המתארות את התהליכים האטמוספיריים, מתארות תווך רציף, כלומר רצף של אוויר שכל החלקיקים המהווים אותו קשורים זה לזה. הסבת המשוואות לצורה המותאמת לאוסף של נקודות סריג הופכת אותן ללא מדויקות.

הגורם השלישי למגבלות החיזוי הוא איכות הנתונים. כל נתון בנקודת סריג אמור לייצג את התא האטמוספירי שמקיף אותה. כיוון הרוח ועוצמתה, למשל, משתנים באופן ניכר במרחב, וקשה לצפות שהערך שנבחר מייצג את כל התא. משמעות הדבר היא, שתנאי ההתחלה מכילים בתוכם באופן בלתי נמנע אי דיוק. אי דיוק זה הוא הגרעין לטעויות בתוצאות החיזוי. טעויות כאלה ילכו ויגדלו מצעד זמן אחד למשנהו,ועשויות לפגום באמינות החיזוי לטווח של מספר ימים.

רק במאה ה-19 הגיעו אמצעי הקשר לרמה שאיפשרה לשרטט "מפה סינופטית". מקור המלה הוא שילוב המלים "סינכרוני", כלומר בו זמני, ו"אופטי", כלומר חזותי

אמינות החיזוי

הכאוטיות בה ניחנה האטמוספירה עלולה להביא לפסימיות באשר לעצם אפקטיביות החיזוי. את הביטוי הציורי לחשש זה נתן לורנץ כששאל: "האם משק כנפיו של פרפר בברזיל יחולל טורנדו בטקסס?!" ההצלחות הגדולות של החיזוי מעידות על כך שאין שד הכאוס נורא כל כך. ראשית, השיפור בכוח החישוב מאפשר עידון של המשוואות וצמצום של אי הדיוק הקיים בהן. שנית, רגישותו של החיזוי לתנאי ההתחלה אינה תמיד כה גדולה, ולמעשה, הפגיעה בדיוק מתבטאת בעיקר בטווח של ארבעה-חמישה ימים ומעלה. יתרה מזאת, המתימטיקאים מפתחים שיטות המאפשרות להעריך כמותית את מידת אי האמינות של כל תחזית, בהתאם למצב הסינופטי ולאיזור הגיאוגרפי. ניתן לומר בהכללה, לדוגמה, כי ככל שמתקרבים לקו המשווה, פוחתת אמינותו של החיזוי.

עד שנות ה-60 התמקדה מיומנותו המקצועית של החזאי ביצירת מפות סינופטיות חזויות ובתרגום המפות ללשון מזג האוויר. במהלך שנות ה-70 החל להתגשם חלומם של מדענים רבים: למסור את התפקיד לידי המחשב

התפתחות מדע המטאורולוגיה ובעקבותיו מקצוע החיזוי הניבו לאנושות כלי עתיר תועלת, המאפשר לנו לקבל מושג אמין למדי על מהלך מזג האוויר בימים הקרובים. החיזוי השתפר משמעותית בשנים האחרונות, וסביר להניח שיוסיף עוד להשתפר. יחד עם זאת, עלינו לזכור שתכונות האטמוספירה ומגבלות המחשב לא יאפשרו לנו להיות חסינים לגמרי בפני טעויות בחיזוי וימנעו מאיתנו ליהנות מתחזיות אמינות לטווחי זמן של יותר משבוע.

מקורות:
ברוך זיו ויואב יאיר (1994). **מבוא למטאורולוגיה**, כרך ב׳. האוניברסיטה הפתוחה.
ג׳יימס גליק (1991). **כאוס**, תל אביב: הוצאת מעריב.
פנחס אלפרט. 90-1989. **מדוע טועים החזאים**, מדע ל.ג. 6.

הגיע הזמן לצאת מן השגרה המוכרת והלחוצה, מן הקירות הסגורים של הכיתה או של המוזיאון למקום בו אפשר באמת לראות, להריח, לשמוע, לחוש ולטעום את הטבע

צורך טבעי

ד"ר נח רוטרי

הסיור בטבע לשדה הבור, לחורש, לחוף הים, לדיונות, למדבר ואפילו לגן ציבורי גדול או לפרדס הוא אחת הפעילויות הלא פורמליות המוכרות והמומלצות מזה שנים רבות הן במערכת החינוך והן מחוצה לה. ערכו לא נופל מזה של סיורים מדעיים-טכנולוגיים במוזיאונים, בתערוכות, במפעלים או בתחנות כוח. אפילו המורים המייצגים את המרכיב הפורמלי, נהיים פחות "מכופתרים" במהלך הסיור וחושפים יותר את הפן החברתי-חברי שלהם ופחות את זה ההוראתי-סמכותי. הם הופכים שותפים לתלמידים בחוויית הסיור, בשבירת המסגרת הפורמלית, בהתאווררות הכללית וכמובן בחוויה לימודית שונה, בעיקר אם נטל ההדרכה עובר לידי מדריכים מנוסים.
בנוסף לכל מה שיש בסיור, מן הראוי גם לציין את מה שאין בו. אין בו רצף של שיעורים עם הפסקות המסתיימות בדרך כלל מהר מדי, אין צלצולים, אין חדר מורים עמוס וחצי כוס תה פושר שנותרה מן ההפסקה הקודמת, אין סילוק של תלמיד מן הכיתה, ובעיקר, אין שיעורי בית, כך שגם הערב שלפני יום הסיור קצת יותר פנוי ומהנה למורים ולתלמידים.
קיים חומר רב, ישן וחדש, בצורת ספרים, חוברות, דפי הפעלה למיניהם, המתייחס לסיורים בטבע והמתאר שפע של מסלולים אפשריים, מגוון של פעילויות לגילאים שונים, דרכי היכרות ישירות ועקיפות (למשל על ידי משחק) עם מיני צמחים ובעלי חיים או תופעות טבע שונות כגון פיזור זרעים, נביטה, פריחה עונתית, שלוליות חורף, נדידת ציפורים וכד'. את מרבית החומר הכתוב ניתן למצוא בחברה להגנת הטבע, במכללות למורים, במרפדי"ם, במרכזי טבע ובבתי ספר שדה אחדים.
הסיור בטבע הפתוח בין צמחים ובעלי חיים, תוך מגע בלתי אמצעי

הכותב הוא ראש החוג לטבע במכללת לוינסקי ומרצה לזאולוגיה באוניברסיטת בר-אילן



"תראו מה מצאתי!"

עם מרכיבי הסביבה החיים והדוממים (קרקע, סלעים, שמש, רוח, מים, טמפרטורה סביבתית) אינו נתפש על ידי התלמידים כחובה מיותרת ואינו נוגד את נטיותיהם הטבעיות. את המומנטום הזה יש לנצל בעולם שהולך ונעשה יותר ויותר צפוף באוכלוסייה לכל קמ"ר והערים הגדולות שלו מתחברות זו לזו לכרכי ענק. לא בכדי נאבקים ארגונים שונים על שמירה של ריאות ירוקות באזורים עירוניים, נגד זיהום הים, החופים והנחלים, נגד כריתת יערות או נגד הרס של הטבע בצורות אחרות (צייד, שריפות, הרעלות ועוד).

הסיור בטבע הפתוח בין צמחים ובעלי חיים, תוך מגע בלתי אמצעי עם מרכיבי הסביבה החיים והדוממים, אינו נתפש על ידי התלמידים כחובה מיותרת ואינו נוגד את נטיותיהם הטבעיות

הסיור בטבע תורם לא רק לחוויה לימודית-רגשית, אלא עונה גם על צרכים טבעיים שלנו. כולנו מבלים את רוב ימינו במבנים עתירי טכנולוגיה, והילדים מבלים שעות רבות מול מסכי הטלוויזיה והמחשב (המספק להם מציאות וירטואלית). זוהי סביבה מלאכותית שהיא כולה מעשה ידי האדם, לטוב ולרע.

אין ספק, שמרחבי הבר הפתוחים הולכים ומצטמצמים, ושבמקביל מתכננים יותר גנים ופארקים ציבוריים ומקימים יותר גני חיות או פינות חי. יש כאלה המכניסים את הטבע אל תוך בתיהם באדניות של צמחים או באמצעות גידול של חיות מחמד. לאחרונה, במהלך חקר הגנום האנושי, דווח על גילויו של גן האחראי על יצר ההרפתקנות, אך ספק רב אם יצר זה יבוא על סיפוקו בישיבה על כורסת הטלוויזיה.

הוויכוח בין חוקרים שונים אם המשיכה הברורה של ילדים לבעלי חיים היא מולדת או נרכשת עדיין ממשיך. עד שתתגלה האמת, הולך ומצטבר ניסיון רב, המעיד על התרומה הרבה של חיות מחמד לילדים (גם לקשישים), שליטופן והדאגה לצרכיהן מעוררות חיוך ושמחה, מעדנות, משחררות מועקות, פחדים ואגרסיות, מסייעות ליצירת קשר, לשיקום, לפתיחות ועוד. ברור מאליו, אם כן, כי למרות שעברנו מזמן את שלב שוכני המערות והאדם הצייד-המלקט, הטבע הוא עדיין סביבתו הראשונית והטבעית של בעל חיים נבון זה הקרוי אדם.

כשאנו יוצאים לסיור בטבע, עלינו לזכור, כי זוהי הסביבה הטבעית של האדם ושל כל היצורים החיים, וכי כל מערכות החיים בטבע משולבות זו בזו ותלויות זו בזו. נוסיף לכך את יצר ההרפתקנות, את המשיכה שיש לנו מילדות לבעלי חיים, את הסקרנות הטבעית של ילדים בסביבה חדשה, עשירה בגירויים, את שפע ההפתעות הבלתי צפויות ("תראו מה מצאתי!"), את הפעילות הגופנית ואת ריחות השדה הנעימים (נרקיס, רכפה מזרחית ואפילו סביונים) ואת הריחות הפחות נעימים (שום תל אביב, צחנן מבאיש), את טעמם התפוחי המתוק של פירות השיזף (דומים), את חמצמצותם של גבעולי החמציצים ואת טעמם הנפלא של גבעולי חרציות צעירים - ונקבל את המכלול החווייתי והלימודי שמזמן לנו הסיור בטבע. בתוך המכלול הזה נציין גם את הצב שהתגלה פתאום והתכנס אל תוך שריונו מפחד, את השבלולים שהתעוררו והם זוחלים על כפות ידיהם של הילדים, את טור הנמלים, את החיפושיות, את הדבורים ואת הפרפרים או להקה של חוגלות המתרוממת לאוויר במשק כנפיים מהיר וקולני.

ובל נשכח את המגדלות שבהן צוידו התלמידים, ההופכות את גרגירי החול לאוסף של שבבים מפתיעים בצורותיהם, ואת תפרחת החרציות לים של פרחים זעירים, צינוריים ופעורי פה. ולאחר שלמדנו על ההבדל בין הפרח לתפרחת, נעבור לתחרות זיהוי של צמחים שבשמותיהם מסתתרים שמות של בעלי חיים (ציפורני חתול, לשון הפר, מקור החסידה) או בתחרות של שירים בהם מסתתרים שמות הצמחים או בעלי חיים שפגשנו בסיור (ברוש, רקפת, חצב, צב, בולבול). לא נוותר גם על סיפורי האגדות והמשלים הרבים, ואם לא נמצא את האגדה על השבלול האיטי או על גמל שלמה המשונה, תמיד אפשר להפעיל את הדמיון ולהמציא!



מאחורי השבלול יש סיפור

שילוב של הדיסציפלינות השונות בסיור הטבע הוא משימה קלה ומהנה. נחפש בקבוצות אחר צמחים ששמותיהם מתחילים בכל אחת מאותיות הא'-ב' ("לא ילדים, התורמוס נכתב באות ת', ואם אתם תקועים עם האות ט' חפשו את הטפח או הטקומית המטפסת על הגדר הסמוכה") או צמחים ובעלי חיים הנזכרים בתנ"ך (אטד, שקד, גפן, שעורה, עורב, יונה, נמלה) ונשלב את ההנדסה והמתימטיקה ונחפש צורות הנדסיות שונות או צמחים שפרחיהם בעלי מספר זוגי או אי זוגי של עלי כותרת.

הפעלת תלמידים בסיור על ידי דפי עבודה או משימות לימודיות-חברתיות (יפים, רהוטים, ובעיקר, לא משעממים!) מאפשרת שליטה כלשהי עליהם בזמן השיטוט החופשי וריכוז הפעילויות סביב ציר נושאי מוגדר, תוך שילוב של הבלתי צפוי עם מימוש של המתוכנן בהתאם למקום הסיור, לעונות השנה ולגילאי התלמידים.

ניסיון רב מעיד על התרומה הרבה של חיות מחמד לילדים, שליטופן והדאגה לצרכיהן מעוררות חיוך, מעדנות, משחררות מועקות, פחדים ואגרסיות, מסייעות ליצירת קשר, לשיקום ולפתיחות

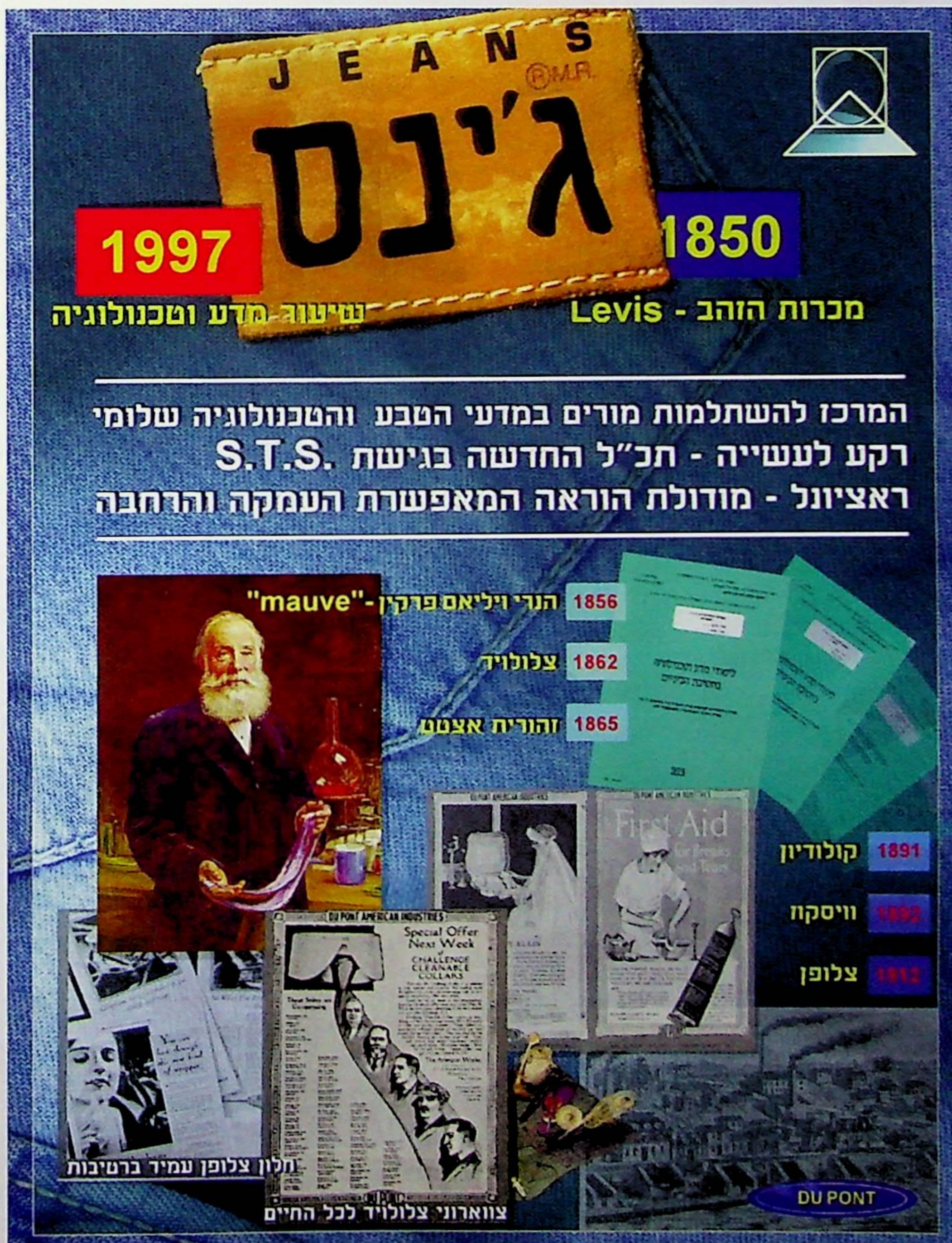
בעולמנו עתיר הטכנולוגיה והידע, כל מי שיעודד גם יציאה אל הטבע ויחזק את הקשר ואת ההיכרות עם היבטיו השונים, שבוודאי יגבירו את המודעות ליופיו ולחשיבותו - יבורך.

הצעת הגיליון

בימי נפוליאון ייבאו את צבעו המיוחד מהמזרח. היום מייצרים אותו באופן סינתטי ומשפשפים היטב לקבלת המראה הרצוי. מעקב אחר תהליכי הייצור של המכנס הנלבש ביותר בעולם מאפשר למידה על קשרי הגומלין בין מדע וטכנולוגיה בחברה המודרנית

ג'ינס זה לא רק אופנה

שוש צובל



יחידת ההוראה **"ג'ינס המראה הדהוי"** מוצגת באופן שוטף במרכז להשתלמות מורים במדעי הטבע והטכנולוגיה שלומי כדוגמה ללימוד נושא בינתחומי ברוח תוכנית הלימודים החדשה. את התוכנית פיתחתנו ברוח ההמלצה של דוח ועדת הררי לשלב את לימודי המדע והטכנולוגיה למקצוע אחד, שישקף את הקשרים וההשפעות שבין המדע והטכנולוגיה בחברה מודרנית. היא מתאימה לשיעורי מדע וטכנולוגיה בבית הספר היסודי, בחטיבות הביניים ובחטיבות העליונות וללמידה במסגרות העשרה שונות.

רצף ההוראה

הנושא נפתח בתצפית על בד הג'ינס. הג'ינס נארג שתי וערב בחוטי כותנה, המורכבת ממולקולות תאית (צלולוז). חוטי הערב לבנים; חוטי השתי עוברים עיבוד על ידי טבילה בתמיסת צבע אינדיגו - צבע הג'ינס. בשלב הבא טובלים את החוטים הצבועים בתמיסת עמילן, ואז הם מוכנים לאריגה. הבד נארג שתי וערב ומתקבלים אלכסונים כחולים ולבנים.

את המראה הדהוי של הג'ינס אפשר להשיג בשני אופנים:

1. באמצעים כימיים ופיסיקליים.
בשלב ראשון החומר מתבשל בחומר מחמצן חזק, השובר את מוליקולות העמילן למקטעים קטנים הנמסים במים. בשלב הבא המכונה Stone wash , הבד מכובס במכונות כביסה, בנוכחות אבני ספוג - Pumice.

2. באמצעים ביוטכנולוגיים.
בשלב ראשון הבד מתבשל בתמיסת עמילז - אנזים המפרק את מוליקולות העמילן. בשלב שני הבד מתבשל בצורה מבוקרת בתמיסת צלולז - אנזים המפרק את הצלולוזה והמאפשר לצבע להשתחרר.

יחידת ההוראה "ג'ינס" מלווה בפעילות מעבדה, שהיא כעין מיני-מחקר תעשייתי, המשלב לימוד מיומנויות עבודה (מדידות זמן וטמפרטורה, הכנת תמיסות, שימוש באינדיקטורים ועוד). ביצוע הבדיקות במעבדה נעשה תוך מודעות לעשייה הממשית בשדה והיכרות עם שיקולים אקולוגיים וכלכליים של תעשיית הג'ינס.

רעיונות להרחבה

ניתן להשתמש בנושא הג'ינס כבסיס לעבודות חקר שונות המתמקדות בו, או לחילופין לצאת ממנו למסעות מרתקים.

1. **התפתחות טכנולוגית.** שיטות אריגה שונות בעבר ובהווה וממצאים ארכיאולוגיים בתחום האריגה. אפשר גם להתמקד במושגים כגון טווייה, שזירה, סריגה, שתי וערב ועוד.
2. **חקר השיווק.** כיצד כבש הג'ינס את מקומו כמכנס הנפוץ ביותר בעולם. ניתן לקשר לשאלות של אופנה, של שיווק, פרסום, עיצוב תדמיות ועוד.
3. **השלכות חברתיות ואקולוגיות שונות.** החל בעבדות השחורה בשדות הכותנה בעבר ועד לזיהום התעשייתי של חברת השפע המערבית.

יחידת ההוראה "ג'ינס" מלווה בפעילות מעבדה, שהיא כעין מיני - מחקר תעשייתי, המשלב לימוד מיומנויות עבודה, תוך מודעות לעשייה הממשית בשדה והיכרות עם שיקולים אקולוגיים וכלכליים של תעשיית הג'ינס

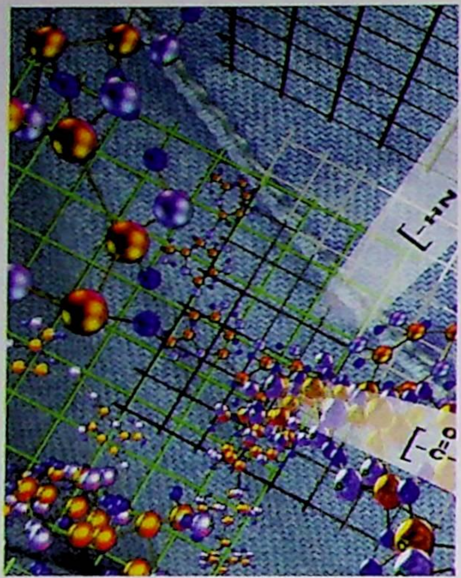
4. **מושגים מדעיים.** בחטיבת הביניים אפשר לשלב נושא זה בהוראת פולימרים ולטפל במושגים מדעיים כמו מבנה גבישי, אמורפי, שרשרות עצמאיות, מצולבות, חומר אלסטי, תרמופלסטי, תרמוסטטי. ובטכנולוגיה של פולימרים (מושגים כמו שיחול, ערגול, כבישה).
5. **נושא הסיבים.** סיבים סינתטיים שונים כגון אריג מסיבי פוליפרופילן לכבישים וסכרים, חיתולים חד פעמיים וסיבים לבניית דופן חללית.
6. **אנקדוטות.** נושא הג'ינס הצמיח אנקדוטות רבות, שיש בהן כדי למשוך את התלמידים וללמד על התפתחויות מדעיות. כמה מהן לוקטו בערכת הלימוד וניתן לעשות בהן שימוש.

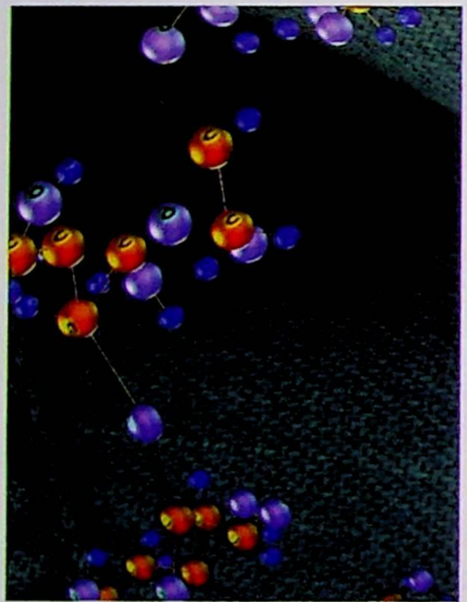
הצעות לסיורים

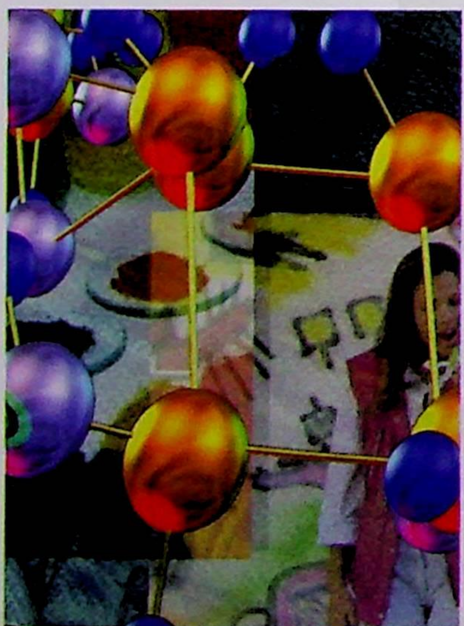
לשדה כותנה, למנפטה, למפעל לייצור פולימרים, למפעל ליצירת סיבים סינתטיים, למטווייה.

המלצות לסרטים

נזקי פלסטיק, מועצת הכותנה בישראל.
עידן הפולימרים - עולם הכימיה, האוניברסיטה הפתוחה.
צבע - עולם הכימיה, האוניברסיטה הפתוחה.

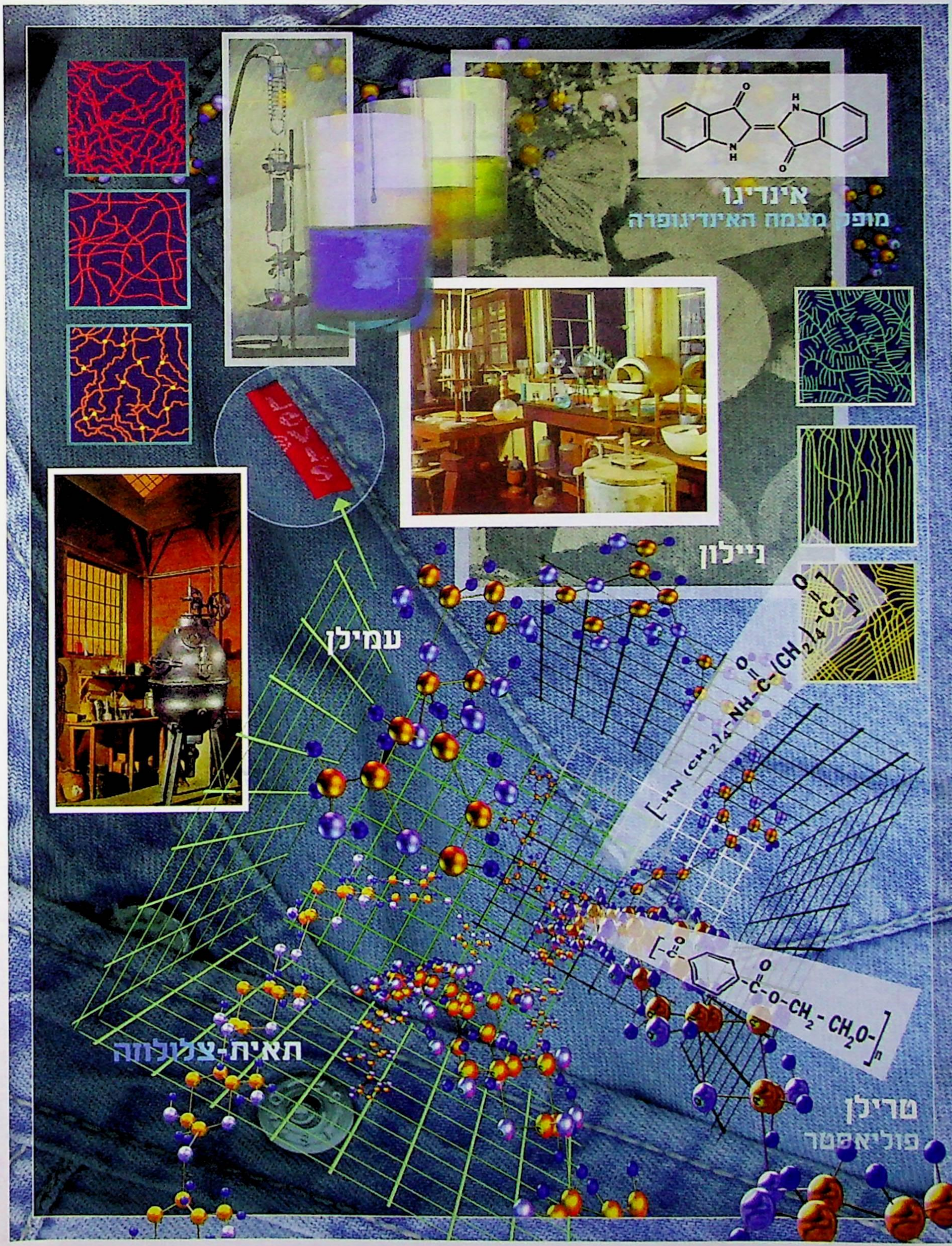




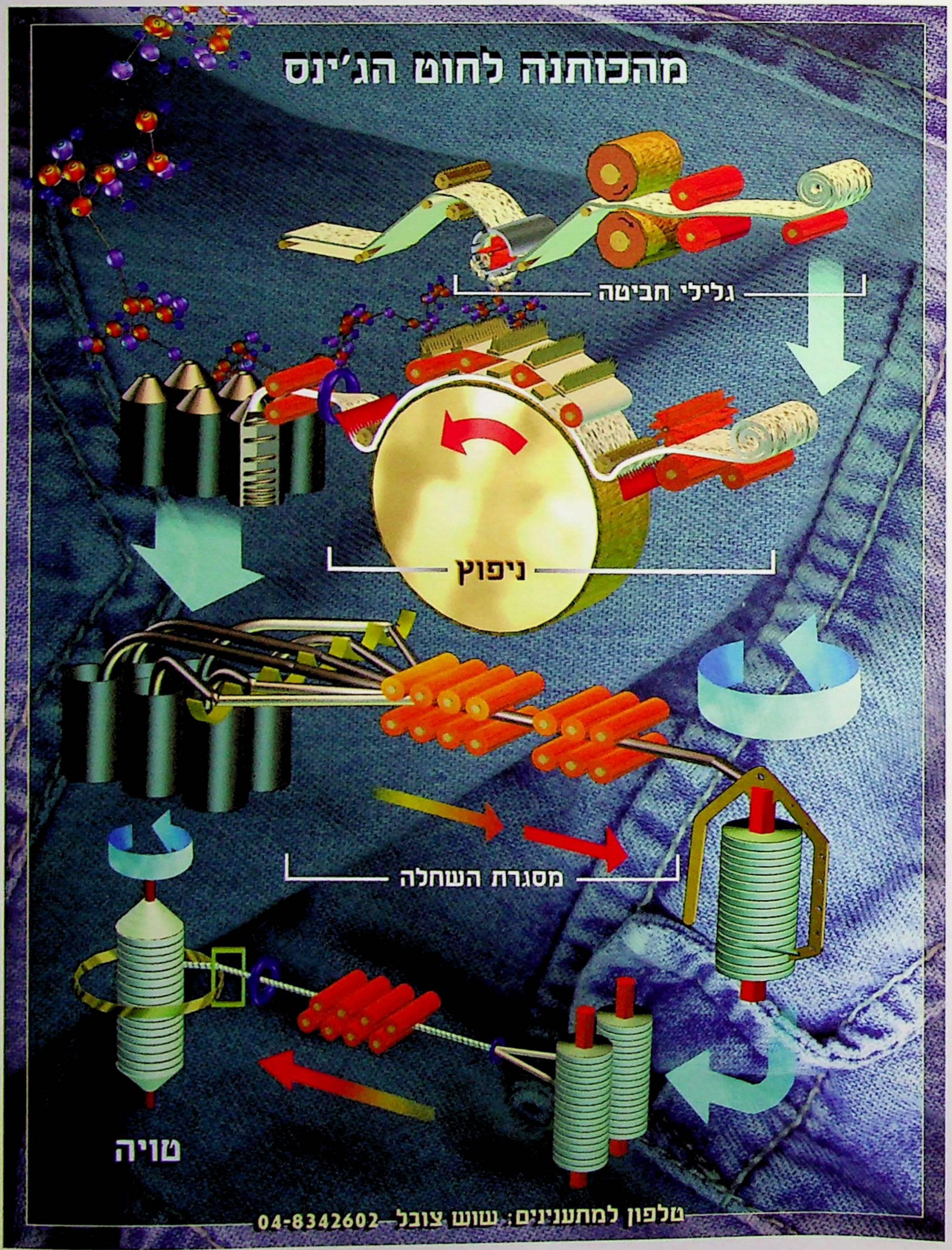


מקורות:
מרים שילה (1970). "סיבים טבעיים". **לדעת** כרך א' גיליון 5. 3-6.

הכותבת היא רכזת קורסים ומדריכת מורים במרכז להשתלמויות מורים במדעי הטבע והטכנולוגיה, שלומי



קולאזים על נושא בד הג׳ינס ברוח תוכנית ההוראה החדשה למדע וטכנולוגיה בחברה.
תחקיר, הפקה וביצוע: המרכז להשתלמויות מורים במדע וטכנולוגיה - שלומי


מהכותנה לחוט הג׳ינס
גלילי חביטה
ניפוץ
מסגרת השחלה
טויה
טלפון למתעניינים: שוש צובל 04-8342602



כישרון וטכנולוגיה
על פי ג'ורג' שטיינר - תהרוסנה הטכנולוגיות
המודרניות את מהות הרומן - הנצחיות
ג'וקים ואופנה
הכותנה שלנו
כחול
זהב
לבן!
הכותנה טובה למדינה.
כרתים
סנטוריני
אויה
פירה
נאה קמני
אקרוטירי
חצי האי אקרוטירי
כניה
עמק אומלוס
אלוס
קנדנוס
ההר הלבן
קניון סמריה
פליאוכורה
איה רומלי
כורה ספקיון
רתימנון
אנויה
הירקליון
סילסוס
קנוסוס
הרי אידה
עמק אמרי
פרבלי
גורטיס
מטלה
ספינלונגה
מפרץ מירבלו
איוס ניקולאוס
סיטיה
זקרוס
קריצה
הרי דיקטי
עמק לסיטי
ויאנוס
Pumice - אבני ספוג

תכנית הלימודים לתלמידי בית־הספר היסודי שמטרתה להקנות מושגים ומיומנויות במדע וטכנולוגיה

מדע בחברה טכנולוגית

בית־הספר לחינוך – אוניברסיטת תל־אביב

המרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי





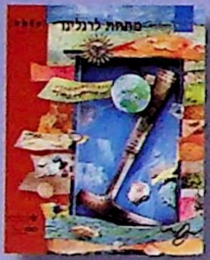
עולם הולך ומתמלא
כתות ה־ו



להיות בריא
כתות ב



להיות בריא
כתות א



מתחת לרגלינו
כתות ג־ד



הערוץ המתוק־חמוץ
כתות ג־ד



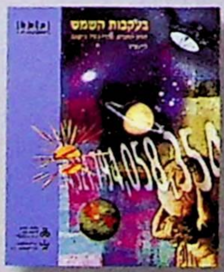
עם הזרם
כתות ג־ד



בשביל המוצרים
כתות ה־ו



מבט אל האור
כתות ה־ו



בעקבות השמש
מסע להכרת סדרי גודל ביקום



בעקבות השמש
טכנולוגיות לחקר היקום



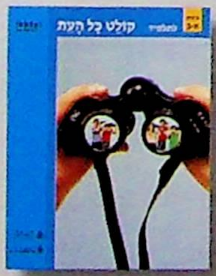
מתנות מן הטבע
כתות ה־ו



עונות השנה
כתות א־ב



פארק המים
כתות ג־ד



קולט כל העת
כתות א־ב



זה בוער!
כתות ג־ד



חיים בין בעלי־חיים
כתות ג־ד



מידע הולך לעיבוד
כתות ה־ו



כמו צמח־בר
כתות ג־ד



בינינו
כתות א־ב



תחנת־הכוח
כיתות ה־ו

RAMOT
רמות

הוצאת "רמות"
רח' חיים לבנון 32
תל אביב 61392
טל: 03-6426465
פקס: 03-6429865

יש תשובה!

יש לכם שאלות בתחום המדעים, הטכנולוגיה או ההוראה שלהם?
פנו אלינו, ואנו נדאג לספק את התשובה המלאה והמדויקת

בעולם יש כל כך הרבה ידע. אילו שיקולים צריכים להנחות אותי כדי לדעת מה באמת חשוב ללמד?

כמות הידע בעולם ושפע סוגי הידע בעולם מקשים מאוד על היחיד לחפש ולמצוא את החומר שבו הוא מעוניין. המצב הזה מכונה בשם "התפוצצות המידע".

תחילה חשוב להגדיר מהו הנושא המדויק, הבעיה או המושג שבו אנו מעוניינים, מהן המלים שמגדירות אותו, מהו תחום הדעת (הדיסציפלינה) שבו נמצאת הבעיה, ואז לצאת לדרך החיפוש. קיצור דרך ניתן לעשות על ידי הנחיה של מומחה בתחום. אפשר ללכת לחפש באנציקלופדיה, להיעזר במאגרי מידע ממוחשבים או לפנות לאינטרנט ולהיעזר במנוע חיפוש ממוחשב, אבל שום מנוע משוכלל לא יוכל לחשוב בשבילנו ולהגדיר את הבעיה אותה אנו חוקרים.

פרופ' דוד חן, ראש בית ספר לחינוך אוניברסיטת ת"א

גישת החקר נפוצה כיום בבתי הספר במקצועות רבים כדרך עיקרית להוראה ולמידה. מהי שאלת חקר, וכיצד אפשר לגרום לילדים לשאול שאלות חקר?

שאלת חקר היא מוקד תהליך הלמידה העצמאית. זו השאלה השולטת בתהליך המחקר, המכוונת והמנווטת אותו והקובעת את מהלכיו. מנקודת המבט של גישה מסורתית לארגון הלמידה בכיתה, אפשר לומר, ששאלת חקר היא יעד לימודי. ערכו של יעד זה בהשוואה ליעדי לימוד מסורתיים יותר טמון בכמה אפיונים. ראשית, הלמידה בעקבות שאלת מחקר אותנטית יותר, כי הפעילות הכרוכה בה דומה לפעילות הלימודית המתרחשת בעולם המציאות על ידי אנשי המקצוע הרלבנטי, במקרה שלנו על ידי האקדמיה או התעשייה העוסקים במחקר. שנית, יש סיכוי שהפעילות תהיה מעניינת יותר מפעילויות מסורתיות, זאת בהנחה, שללומד יש חלק בקביעתה של שאלת המחקר. שלישית, הפעילות הלימודית שסביב שאלת חקר תהיה, כמובן, ממוקדת יותר בזכות תכליתיותה.

מכאן קל להבין עד כמה חשוב לדקדק באיכותה של שאלת המחקר. כיצד נבקר את איכותה של שאלת המחקר? שאלת המחקר תהיה איכותית בתנאים מסוימים. התנאי הראשון יהיה משמעותיות ללומד. אל לשאלת המחקר להיות שאלה טכנית גרידא או שאלה הרחוקה מעולמו של הלומד. במלים אחרות, השאלה חייבת לשמש מעין "חוט" המשוך בין עולמו המצומצם לעולם הרחב של התופעה הנחקרת.

התנאי השני הוא קיומו של ידע קודם, איכותי ורלבנטי לנושא החקר. אחת הדרכים לוודא את קיומו של ידע כזה היא להקדים להליך יצירת השאלה הליך של העלאה, של שחזור ושל ארגון תבניתי של ידע קודם, סמוי, של הלומד ב"נושא עוגן" כלשהו, כלומר בנושא המוכר כבר ללומד והקרוב לנושא המחקר. בד בבד עם הליך זה, יש לברר מהו הידע הקודם, החיוני ליצירת שאלת עיון משמעותית, שחסר ללומד, ולהשלימו.

התנאי השלישי הוא מורכבות. שאלת המחקר חייבת להיות מורכבת לפחות משני מרכיבים של התופעה הנחקרת. שאלות פשטניות, החותרות לפיסות מידע טכניות ובדידות לא יצלחו למחקר בעל משמעות ועניין.

התנאי הרביעי הוא מיקוד. שאלת המחקר צריכה להיות ממוקדת במרכיבים מוגדרים וספציפיים של התופעה הנחקרת. כדי להגיע לשאלת מחקר ממוקדת יש צורך בהפעלת הליך של הפחתת אי ודאות בניסוח שאלת המחקר, כלומר ב"תרגומה" של שאלה כוללנית וחובקת עולם לשאלה ממוקדת, המתייחסת לתופעות ספציפיות בתוך עולם הנושא. הליך זה מתבצע באמצעות בירור "כתובת המחקר" במרחב הידע, דהיינו בניסוח המדוקדק של השאלה ושל זיקותיה ל"מרחבי הידע" השונים, הרלבנטיים לבירורה. להתייחסות מפורטת יותר ולדוגמאות להמלצות שהובאו כאן, ראו פרקים 5-2 בספרי **לדעת דבר: כישורי עיון וחקירה** (מסדה, 1996).

באשר לשאלה כיצד לגרום לילדים לשאול שאלות חקר? תשובתי היא, שצריך לגלות לכל ילד את "הנקודה" שלו במכלול הנושא הגדול. אם לשוב למטאפורת ה"חוט", שהשתמשתי בה קודם, הרי שעל המורה לחשוף הן את תחומי ההתעניינות של הלומד והן את הנושאים הקשורים לחיי היומיום שלו. כל תחום התעניינות או נושא כזה הוא מעין "קצה חוט", שהמורה צריכה להשכיל "למשוך" מן הלומד אל נושא המחקר. נניח שהנושא המעניין את עילי הוא מירוצי מכוניות. זהו קצה החוט. עתה על המורה למצוא דרך למשוך את החוט "היוצא" מעילי אל נושא המחקר ול"קושרו" אליו. נניח עתה, שהנושא הוא "50 שנות המדינה". כיצד אפשר לקשר בינו לבין מירוצי מכוניות? צריך לברר את היבטי הנושא המעניין את עילי ולראות כיצד הם נקשרים לנושא הכיתתי. לדוגמה, היבטים אפשריים של הנושא הם: "מירוצי מכוניות, "תעשיית המכוניות והשינוע", "תרבות התחרויות מקצועניות", "ספורט מקצועני", "טכנולוגיה וספורט". עתה לא נותר אלא לקשור אחד מהנושאים האלה, על פי בחירת הלומד, אל נושא המחקר. במקרה שלנו הקישור יהיה "התפתחות תעשיית המכוניות בישראל משנות ה-50 ואילך", "תעשיית המכוניות ותרומה לצבא ולמשק הישראלי", "טכנולוגיות שינוע בחקלאות ובתעשייה בישראל", "תרבות התחרות המקצועית בענפי ספורט שונים בישראל משנות ה-70 ואילך", "התפתחות הספורט המקצועני בישראל בעשר השנים האחרונות", וכמובן, "הסיבות למעמדו הנחות של ספורט מירוצי המכוניות בישראל בהשוואה לארצות אחרות".

ד"ר ניסי שרין, ראש המרכז לפיומנויות למידה (הלל), מכללת סמינר הקיבוצים

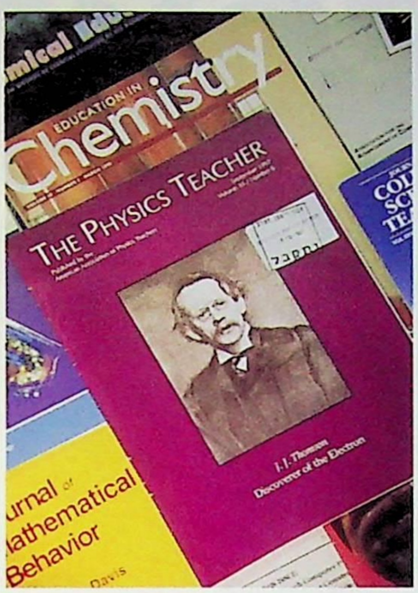
השאלות הועלו על ידי מורים המשתלמים ב"למדע - מרכז ארצי למורי מדע וטכנולוגיה בבתי הספר היסודיים"


למה לשבור את הראש ?
עשה מינוי על
טבע הדברים
החברה לחקר האדם והסובב
ותראה שאפשר גם אחרת
מחלקת מנויים 09-9567776

בעולם עשרות כתבי עת העוסקים בהוראת מדע וטכנולוגיה, מגן הילדים ועד התיכון. ניתן ללמוד בהם כיצד עושים את אותם הדברים, אבל אחרת, ולהיעזר בעצות טובות של אנשי הוראה מנוסים

כתבי עת בעולם

נועם אורדן



הבנת הנקרא

בגיליון ספטמבר 97' של **Science Scope**, כתב עת שנכתב על-ידי מורים ובשביל מורים בארצות הברית, מגישה פרופ' קת'רין מיסוליס (Misulis) אסטרטגיות מועילות להתמודדות עם טקסטים שעניינם מדע לתלמידי בית הספר. "על מנת להוציא את המקסימום מספרי הלימוד שלהם במדעים", היא כותבת, "על התלמידים להבין איך המידע מאורגן בפנים, ואיך המושגים המוצגים מתייחסים זה לזה". לפניכם שתי טכניקות המסייעות לעבודה בכיתה.

טכניקת הסקירה מתמקדת במאפיינים החיצוניים של פרק בספר לימוד, כמו הכותרת שלו, תת כותרות ומרכיבים גרפיים. הסקירה כוללת שישה צעדים.

צעד 1 - הכנה
המורה קורא יחד עם התלמידים את הכותרת, ויחד הם עורכים תחזיות לגבי מה שעשוי להימצא בטקסט. המורה מכוון את התלמידים לגבי נושאים קשורים שהם כבר למדו עליהם, ושיסייעו להם להיכנס למרחב האסוציאטיבי של הטקסט.

צעד 2 - תת כותרות
על ידי התמקדות בתת הכותרות וניתוחן, התלמיד מקבל רמז לגבי המסגרת הנושאית של כל חלק ומעלה שאלות נוספות, שישמשו מעין "מטרות קריאה".

צעד 3 - חומר ויזואלי
הכיתה מאתרת את העזרים הוויזואליים, כמו מפות, גרפים, תרשימים ותמונות ומנתחת אותם. עזרים אלה אמורים, לרוב, להסביר את המידע הכתוב.

צעד 4 - פסקה פותחת או הקדמה
עכשיו המטרה היא ליצור קשרים בין המידע המוצג בפתיח או בהקדמה לבין מושגים שעלו בצעדים 3-1. המורה יכול לספק גם מיקוד נוסף על ידי בירור מטרות הפרק כולו, כפי שהן עולות בהקדמה.

צעד 5 - פסקה מסכמת או סיכום
קריאת הפסקה המסכמת או את הסיכום המופיע בסוף הטקסט ודיון במידע החשוב שהופיע בטקסט.

צעד 6 - רעיון מרכזי
לאחר שמגיעים להסכמה מהו הרעיון המרכזי של הטקסט, אפשר לרשום אותו על הלוח בגדול, על מנת שיסייע למקד את הקריאה השוטפת של הטקסט. לאחר הסקירה של הפרק ניתן לעבור לקריאה מלה-מלה. הקריאה, מכל מקום, תהיה עתה הרבה יותר ממוקדת ומצוידת בקטיגוריות שיסייעו בהבנת הטקסט.

טכניקת הסיכום ההיררכי
האסטרטגיה הבאה עוזרת לתלמידים להבין את הטקסט דרך שרטוט מבנה הטקסט וכתיבת סיכומים. טכניקה זו מורכבת מחמישה צעדים.

צעד 1 - שלד מתאר
המורה מדריך את התלמידים בפיתוח שלד מתאר שמתאים לחלקים המרכזיים ולתת חלקים של הטקסט. יש לשמור על רווחים בין החלקים השונים על מנת שיהיה מקום לרישום.

צעדים 2 ו-3 - סיכום
בשני צעדים אלה משלימים התלמידים את הסיכום ההיררכי, תוך שימוש בשלד שפותח בצעד הראשון. הם קוראים את תת החלק הראשון, רושמים סיכום שלו במלים שלהם, ואז רושמים משפט המסכם את נושאו של אותו חלק. בצד הימני של כל סיכום עליהם לרשום מלות מפתח, שיעזרו לרענן את זיכרונם ולכוון את הקריאה בשלב מאוחר יותר. כך יש לעשות גם עם שאר חלקי הטקסט.

צעד 4 - סקירה
התלמידים סוקרים את הסיכומים ההירכיים, תוך התמקדות ברעיונות החשובים שהופיעו בטקסט.

צעד 5 - משוב
התלמידים חולקים זה עם זה את מה שלמדו. בזמן שהאחד מסכם את כל החומר בעל פה, השני משתמש בסיכום ההיררכי על מנת לתת משוב לחברו.

תאונות דרכים ופיסיקה בסיסית

בגיליון ספטמבר 97' של **The Physics Teacher**, מספר ברנרד פלדמן מהמחלקה לפיסיקה ואסטרונומיה באוניברסיטת מיזורי-סיינט-לואיס על מקרה אישי מרתק, שבאמצעותו הפך טרגדיה אנושית לשיעור בפיסיקה. לאחרונה הזמינו אותו, לראשונה בחייו, להעיד ולנתח תאונת דרכים בתור עד מומחה. המקרה הזה משמש בידיו כיום ככלי פדגוגי על מנת להדגים עקרונות בפיסיקה בסיסית תוך שימוש בסיטואציה הלקוחה מהחיים.

המידע שניתן לו כלל שתי תמונות, מדידה קינטית של החיכוך, ניתוח של הלחיצה על הבלמים, וניתוח של שימור התנע הלינארי. בעזרת מידע זה הוא מצליח לשרטט שני תסריטים אפשריים, בהתחשב באילוצים הפיסיקליים של המקרה. במקרה זה, ניתוח של עדות אילמת לתאונה בה נהרגו שני בני אדם יכול לשמש גם את המלחמה בתאונות הדרכים.

הסדרה "דימי בעקבות התגליות הגדולות" של הטלוויזיה החינוכית עוקבת אחר המצאות שונות וחשובות בהיסטוריה האנושית, כמו נורת החשמל

הלבטים של אדיסון

אביבה מורדוקביץ׳

ה טלוויזיה היא אחד ממקורות המידע המרכזיים שלנו ושל התלמידים. אנחנו, כמורים, יכולים לכוון את התלמידים לאותן תוכניות שיכולות לשרת צורכי למידה. "דימי בעקבות התגליות הגדולות" היא סדרה מצוירת, עם דיבוב עברי, העוסקת באסטרונומיה, בגיאוגרפיה, בגיאולוגיה, בכימיה, בפיסיקה, ברפואה, בתעופה ובהיסטוריה בצורה חינוכית ומבדרת. כל אחד מהסרטים, מוקדש לתגלית חשובה בתולדות האנושות כמו נורת החשמל, הטלגרף, השעון, הטלפון, מנוע הקיטור, החיסון או הדפוס.

שני הילדים הסקרנים אלכס וקים, המסיירים לאורך ההיסטוריה במסע אל העבר יחד עם דימי, הדמות המצוירת, שיוצאת מהמחשב, ושואלים שאלות בנושאים שונים. השאלה מניין מגיע החשמל, למשל, מופיעה בעקבות הפסקת חשמל המשתקת את הפעילות של שני הילדים בבית. השאלות המטרידות את אלכס וקים קשורות בחיי היומיום. דימי מאפשרת להם לקבל תשובות והסברים על ידי חיבורם למקורות המידע שבמחשב. כך לומדים שני הילדים על התגליות הגדולות שהביאו לתמורות בתולדות האנושות כמו השינויים בהעברת מידע עם המצאת הטלפון או השינויים בתקשורת במעבר מטלגרף לטלוויזיה. כל אחת מההמצאות או התגליות מלווה בסיפורים אישיים על הממציאים, על לבטיהם ועל מאמציהם.

כמורים אנו נדרשים להציג לתלמידים את האפשרויות הטמונות בסרטים כמקור ללמידה. ילד המחפש מידע על אחת התגליות במסגרת עבודה עיונית בכל אחד מן התחומים בהם עוסקת הסדרה, יוכל למצוא בה שפע מידע מרתק. הסרט על נורת החשמל של אדיסון מציג את הסיבות שהניעו את הממציא לחפש אלטרנטיבות למנורת הנפט ומלווה את קשייו תוך סקירה היסטורית של התפתחות התאורה למן תקופת האבן.

פעילויות עם לומדים

מומלץ לעסוק בסרטים בהקשרים של צרכים רלבנטיים של התלמידים, כלומר בהקשר של יחידת הלימוד, במקרה זה, נושא החשמל בשירות האדם (כיתות ג׳-ד׳) או נושא תחנת הכוח (כיתות ה׳-ו׳). סיטואציות מוכרות וצורכי הלומדים מזמנות יצירת קשרים בין התופעות היומיומיות השונות ללמידה בכיתה. הסוגים השונים של נורות הקיימים כיום יכולים לשמש השראה לעבודה עיונית המציגה את ההבדלים בין הנורות השונות ואת הקשר בין חומר הנורה לסוג התאורה שהיא מספקת.

הצעה לפעילות לימודית לפני הצפייה. מומלץ לערוך סיעור מוחין לפני הצפייה בסרט סביב שני עקרונות מארגנים: היסטורי - מלפיד האש לנורה החשמלית, ומשמעותי - חשיבותה של הנורה. אם נבחר בעיקרון הראשון, תתחבר פעילות זו לפעילות שבמהלך הצפייה ותיצור רצף למידה.

במהלך צפייה. דף הפעילות המומלץ על ידי הטלוויזיה החינוכית מציע לתת לתלמידים להשלים משפטים תוך כדי מעקב אחר הדרכים השונות ששימשו בני אדם לחימום ולתאורה לאורך ההיסטוריה האנושית.

את אותה פעילות ניתן לקיים בכיתות גבוהות (ה׳-ו׳) או מתקדמות יותר לפי הטבלה שלהלן:

דרך התאורה	חומרים	תקופה
אש	עץ וזרדים	פרה-היסטוריה
פתילה	שומן בע"ח	

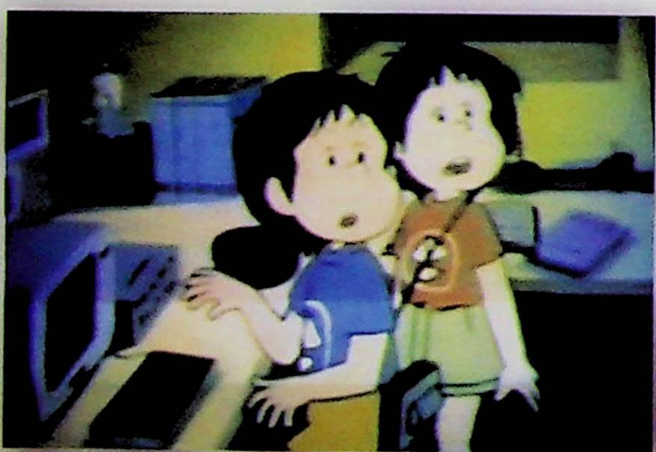
שתי הפעילויות דומות מבחינת המידע שניתן להפיק מהן. בראשונה מצוטטות מלים מתוך הסרט תוך כדי צפייה, בעוד שהשנייה מאפשרת ללומד לארגן את המידע בטבלה ולמיין אותו תוך כדי צפייה. ארגון המידע בדרך השנייה מספק ללומד הבנה של ההתפתחות הטכנולוגית כתוצר של חשיבה אנושית וכמענה לצרכים אנושיים.

לאחר צפייה.

1) אפשר להציע לתלמידים להכין כרזות שיווק, שיציגו את היתרונות בכל אחת מהדרכים ששימשו את האדם לתאורה ולחימום. ניתן לנצל את הכרזות להקניית מסרים של חיסכון בחשמל וצמצום זיהום האוויר. רצוי לערוך את הכרזות לפי תקופות היסטוריות ולהסביר את יתרונות השימוש בהתאם לצורכי התקופה. בשנות ה-60 בארץ, למשל, היתה פרסומת של חברת החשמל שעודדה שימוש מוגבר בחשמל: "יותר חשמל פחות עמל". היום, לעומת זאת, הפרסומות מעודדות שימוש חסכני בחשמל: "חשמל לא בבת אחת".

וידאו

שם
"אדיסון - נורת החשמל" דימי בעקבות התגליות הגדולות
הפקה
אנציקלופדיית וידאו
משך הסרט
15 דקות



אלכס וקים במסע אל העבר

2) רצוי לאפשר לתלמידים לבדוק מהי התרומה של הסרט לידע הקודם שלהם וליכולתם לשלוף מידע רלבנטי מהסרט ולעבדו במסגרת ולנהל דיון בפעילות שנעשתה לפני הצפייה. כיוון שהתלמידים נדרשים לאסוף ולעבד מידע, רצוי לפתח אצלם את היכולת להבחין בתוספת הידע בכל אחד ממקורות המידע שלהם ולסווג באופן זה את מקורות המידע.

הכותבת היא מדריכה להוראת המדעים במחוז תל אביב

חדשות מעולם המדע



חללית מחקר הנושאת חתימות של מאות אלפי ילדים מכל העולם יצאה למסע. האם שכיחות מחלת האסטמה בקרב ילדים במערב קשורה בחשיפה לאלרגנים ביתיים. מה בין מועדי ההטלה של ציפורים לבין שינוי אקלימי באטמוספירה של כדור הארץ. שחזור וירטואלי של התרכובות הכימיות שיצרו חיים על פני כדור הארץ. ממה ניזונות תולעים ורודות החיות בקרח תת ימי

ד"ר יואב יאיר

קאסיני והויגנס בדרך לשבתאי

לאחר דחיות בשל תקלות טכניות, מזג אוויר סוער, קיצוצים תקציביים ומאבקים משפטיים, בבוקר ה-15.10.97, יצאה קאסיני למסעה בן שבע השנים לעבר כוכב הלכת שבתאי וירחיו. החללית נקראה על שמו של האסטרונום הצרפתי (ממוצא איטלקי) ג'יובאני קאסיני, שגילה במאה ה-17 את הרווח בין טבעות שבתאי. קאסיני היא פרוייקט משותף לסוכנות החלל האמריקנית NASA וזו האירופאית ESA, והיא "המשימה הגדולה האחרונה" של חקר מערכת השמש במאה הנוכחית. החללית מתוכננת לבצע נתיב ארוך תוך הסתייעות בכוח המשיכה של נוגה ושל כדור הארץ, ולהגיע לקרבת שבתאי ב-1 ביולי 2004. קאסיני נושאת איתה את החיישן "הויגנס", שעתיד לצלול דרך האטמוספירה הדחוסה של הירח טיטאן - הגדול שבין ירחי שבתאי (הויגנס היה האסטרונום ההולנדי שזיהה לראשונה את טבעות שבתאי בטלסקופ. על פי הרישומים, נראה כי, גלילאו גליליי הבחין בטבעות לפניו, אך לא השכיל להפרידן מכוכב הלכת עצמו).

כמו החללית "גלילאו", השוהה בימים אלה במסלול הקפה סביב צדק, כך עתידה גם קאסיני לשהות מספר שנים במערכת של שבתאי וירחיו ולשדר אלפי תמונות ונתונים מדעיים על כוכב הלכת הענק. היא נושאת עליה תקליטור עם חתימות של מאות אלפי ילדים מרחבי העולם, שנאספו כחלק ממשימה חינוכית שנטלה על עצמה מעבדת ההינע הסילוני (JPL) בקליפורניה, המפקחת על המשימה.

מידע נוסף נמצא באתר:

http://www.jpl.nasa.gov/cassini/

תעלומת האסטמה

אסטמה היא אחת המחלות האופייניות לעולם המתועש של המאה ה-20. היא תוארה לראשונה רק במאה ה-18, ולמרות שייתכן והתקיימה כבר לפני כן, הרי שהיה זה בשיעור נמוך יחסית. במדינות מתפתחות שכיחות האסטמה היא נמוכה מאוד גם בימינו. במדינות המערב, לעומת זאת, היתה כמעט הכפלה של מקרי האסטמה בשני העשורים האחרונים, ובארצות הברית לבדה עלה המספר משמונה מליון ב-1982 ליותר מ-14 מליון ב-1994. אולם הסיבה לגידול היא עדיין בגדר תעלומה ומשמשת נושא למחקרים רבים במדינות שונות בעולם.

תוצאות שהתפרסמו לאחרונה בכתב העת היוקרתי Science, מצביעות על כמה כיוונים אפשריים לפתרון התעלומה. אחת מהתיאוריות המקובלות ביותר לעלייה בכמות מקרי האסטמה היא שילדים חשופים כיום בצורה מוגברת לאלרגנים (חומרים גורמי אלרגיה) בשל השינוי בהרגלי החיים והמשחק שהתרחשו בשנים האחרונות. אלרגנים ביתיים, חלקם ממקור ביולוגי כמו קרדית הבית או מקקים, נמצאים בכמויות גדולות בריפוד הספות ובשטיחים. היות וילדים נמצאים מספר רב יותר של שעות בתוך הבית - מול הטלוויזיה או המחשב - עולה שיעור ההסתברות של חשיפתם לחומרים אלה.

אולם עבודות של חוקרים מאוקספורד ומרומא מצביעות על כך שאין די בהסבר זה, שכן העלייה התרחשה גם באזורים יבשים יחסית, בהם שכיחות קרדית הבית נמוכה. חוקרים אלה תולים את הסיבה לעלייה במספר מקרי האסטמה בהיחלשותה של המערכת החיסונית של ילדים, עקב התמעטות המחלות הזיהומיות במהלך הילדות. על פי מחקרים אלה, חשיפה לזיהומים בגיל צעיר מעודדת תגובה חיסונית בגוף שמחלישה מאוד את השפעתם של אלרגנים סביבתיים בגיל מאוחר יותר. מבין כ-1,600 חיילים איטלקים שנבדקו, אלה שנחשפו למחלות זיהומיות בגיל צעיר (דבר הנקבע על פי נוכחותם של נוגדנים להפטיטיס A - צהבת), הראו שכיחות נמוכה באופן משמעותי של מקרי אסטמה. יחד עם זאת, ידוע שלאסטמה יש גם היבט תורשתי, והסבר סביבתי אינו יכול לתת מענה מלא לתופעה. חוקרים מאוניברסיטת שיקגו שבדקו 5,000 מבני קהילה דתית במדינת דקוטה שבארצות הברית, שהם צאצאים ישירים של 64 בתי אב, הצליחה למצוא קשר בין שכיחות גבוהה של אסטמה באותה אוכלוסייה לבין אתרים ספציפיים בכרומוזומים 2, 13 ו-21. מחקרים נוספים התקדמו בזיהוי גנים בכרומוזומים 11 ו-12 שקשורים לתגובת הגוף למחלה. למרות התקדמות זו, עדיין הדרך ארוכה לזיהוי מלא של השורשים הגנטיים של מחלה זו.

לקריאה נוספת:

"New Clues to Asthma Therapies". (1997). **Science** 276: 1643-1646



מועדי הטלה ושיעור ההתחממות העולמית

מידת ההתחממותה של האטמוספירה של כדור הארץ והשינויים האקלימיים הצפויים בעקבותיה, הם נושא שנוי במחלוקת הנמצא כבר יותר מ-15 שנה בחזית המחקר המדעי. למדענים רבים אין ספק, שהתגברות הריכוזים של גזי חממה (בפרט פחמן דו חמצני) עתידה להגביר את כושרה של האטמוספירה לבלוע קרינה תת אדומה, דבר שיתבטא בעלייה בטמפרטורה. אולם למרות העלייה החדה בריכוז הפחמן הדו חמצני - מ-310 חלקים למליון ב-1958 ליותר מ-350 חלקים למליון כיום - עדיין קשה לכמת במדויק את שיעור ההתחממות, בין היתר, כתוצאה מהשונות הטבעית הרבה של האקלים. מחקר חדש של קבוצת אורניתולוגים (חוקרי עופות) מבריטניה שהתפרסם בכתב העת המדעי Nature, מראה, שתאריכי ההטלה של כ-20 מיני עופות שונים הוקדמו בממוצע ב-8.8 ימים במהלך 25 השנים האחרונות. היות ומיני הציפורים שנסקרו במחקר, שוכנים בסביבות חיים שונות מאוד זו מזו, הגורם היחידי שיכול להסביר את המגמה המשותפת, הוא, לדעת החוקרים, שינוי אקלימי. חוקרי אקלים דיווחו לא מכבר שתחילת האביב בחצי כדור הארץ הצפוני מקדימה במספר ימים כתוצאה מעלייה בטמפרטורות הממוצעות. במרכז המחקר באוניברסיטת אוקספורד סבורים שהקשר הוא פשוט וישיר: ציפורים מגיבות להקדמת האביב בהקדמה של מועדי ההטלה. בכך הן משמשות כ"תרמומטר" טבעי, שאומנם אינו נותן מידע מספרי מדויק על העלייה בטמפרטורה, אך מדגיש את כיוונו של השינוי האקלימי באטמוספירה.

לקריאה נוספת:

Nature (1997). 388: 526.

שחזור וירטואלי של המרק הבראשיתי

צעד ראשון מסוגו לשחזור התגובות הכימיות שהתרחשו בזמן היווצרות החיים ב"מרק הבראשיתי" - אותה תערובת של תרכובות כימיות ששכנה באוקיינוסים של כדור הארץ, לפי ההשערה, לפני כארבעה מיליארד שנה - נעשה על ידי בארי מקמלין במודל ממוחשב במכון מחקר בסנטה פה, ניו מכסיקו. המחשב תוכנת כך שהמסך הכיל שלושה סוגים של מולקולות וירטואליות: חלקיקי מצע (substrate), "קשרים" (links) הנוצרים משתי מולקולות או יותר של מצע הקשורות זו לזו, וחלקיקי קטליזטור. שלושת סוגי החלקיקים הורשו לנוע באופן אקראי על המסך ו"להגיב" עם כל חלקיק שהם פוגשים. בנוכחות הקטליזטור, חלקיקי מצע יכולים להגיב וליצור "קשרים", ואילו חלקיקי "קשרים" יכולים להגיב זה עם זה וליצור "שרשראות". לחליפין, החיבורים בתוך מולקולות "קשרים" או "שרשראות" יכולים להישבר באופן ספונטני וליצור מחדש חלקיקי "קשרים" קצרים יותר או חלקיקי מצע.

תוצאות הניסיונות הממוחשבים שבוצעו, מלמדות על כך שכשהקצוות של שרשרת חלקיקים מתחברים זה לזה באופן אקראי, לעיתים נוצרות "טבעות". "טבעת" דו מימדית כזו מכילה בתוכה חלקיקי מצע, והיא דגם פשוט לקרום (ממברנה) של תא קדום. משך החיים של תצורות אלה הוא קצר מאוד, אך הם גילו כושר תיקון עצמי, במקרה שהחיבורים בתוך חלקיקי "קשר" ניתקו מדי פעם באופן אקראי.

הצעד הבא במחקר הוא הכנסת מוליקולות של חומרים כימיים שונים למעגל הריקאציות, תוך קביעת האילוצים של קצבי התגובות הכימיות בכל טמפרטורה. המוליקולות אמורות לשחזר את החומרים האמיתיים שהיו ב"מרק הבראשיתי", וכך לספק מידע על קצב היווצרותן של מוליקולות בעלות כושר שכפול עצמי, שהיו, לדעת החוקרים, תנאי מוקדם הכרחי להתפתחות החיים. אם המודל הממוחשב יצליח, תהיה בכך פריצת דרך עצומה למחקר הביולוגי של ראשית החיים.

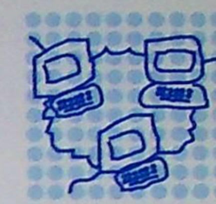
תוצאות המחקר דווחו בכנס הרביעי של האגודה האירופית על חיים מלאכותיים, שנערכה בברייטון, אנגליה, יולי 97'

(על פי **New Scientist**).

תולעי מתאן

סביבת חיים חדשה לחלוטין ומפתיעה התגלתה למדענים שעסקו בחקר קרקעית מפרץ מכסיקו, כ-240 קמ מדרום לעיר ניו אורלינס. הצוללנים מאוניברסיטת פנסילבניה ירדו לעומק של 700 מ' בצוללת ממוכנת בחיפוש אחר קרח מתאן. בין סלעי המשקע שבקרקעית הים נתגלו להם תצורות של קרח מתאן (CH4 או "גז הביצות", הנוצר בסביבה מחוזרת - חסרת חמצן - בעת תהליכי פירוק של חומר אורגני), שעליהן רחשו תולעים ורודות וזיפיות.

קרח מתאן הוא תערובת של מים, גז מתאן קפוא ופחמימנים אחרים, הנוצרת בטמפרטורות נמוכות ובלחץ גבוה. בקרקעית הים קיימים תנאים מצוינים להיווצרות קרח זה, שהוא פוטנציאל למקור אנרגיה עתידי, ומעניין חוקרים בהקשר של ניצול קרקעית הים. התולעים שהתגלו על הקרח, הן באורך של 5-2 ס"מ, ולהן זיפים קצרים בצדדים. מקור צבען הוורדרד בחומר ממשפחת ההמוגלובין המצוי בהן. לחוקרים לא ברור אם התולעים הללו ניזונות באופן ישיר מן המתאן הקפוא, או שהן נעזרות בבקטריות המתווכות בהפקת האנרגיה לחייהן. החוקרים שהעלו דגימות בתוך תא לחץ, מצאו שהתולעים נקבו וחפרו מנהרות בתוך הקרח, ושרצו לאלפיהן בתוכו ולא רק על פני השטח שלו. מכיוון שהגילוי הראשוני היה של תולעים בוגרות על גבי שכבת קרח שפרצה מתחת לקרקעית הבוצית של המפרץ, החוקרים סבורים, שהתולעים מתקיימות גם מתחת לפני הקרקע. תגלית לא צפויה זו מדגימה שוב את היכולת של צורות חיים להתפתח בסביבות מיוחדות וחריגות, תוך התאמה לתנאים ולמקורות האנרגיה בסביבה. יש לה חשיבות בחיפוש חיים בכוכבי לכת אחרים, בפרט במאדים, שם ייתכן ונשארו נישות אקולוגיות עתיקות ובהן מים נוזליים מתחת לפני הקרקע.



היום הם כבר לא רק צרכנים פסיביים אלא מפעילים יצירתיים של אתרים חינוכיים. רבים גם מקימים דפים משל עצמם ומשתפים את בני גילם המתעניינים בחוויות וברשמים, בהמלצות, בעצות ובתחביבים

ילדים ברשת

עורך: ד"ר יואב יאיר

חבר מהאוניברסיטה, שעוסק בחקר אקלים וברקים, סיפר לי על אביו של נער ירושלמי, שחשש מאוד מפגיעת ברק. האב המודאג פנה אל ידידי המומחה בבקשה לקבל הסברים על סופות ברקים ועל דרכי התגוננות בפניהן. הצעתי לידידי לבקר בדף של סברינה, ילדה אמריקנית שנפגעה מברק והקימה אתר, בו היא מספרת בדרך חיננית את סיפורה, מסבירה מהם ברקים ובאילו אמצעי זהירות אמורים ילדים לנקוט.

http://www.azstarnet.com/~anubis/zaphome.htm

הדף של סברינה הוא רק אחד מעשרות אלפי דפי הבית שמקימים ילדים ברשת. בדפים הללו הם מספרים על עצמם, על תחביביהם ועל הדברים שמעסיקים אותם, ממליצים על אתרים כיפיים ועל משחקים מדליקים (ב-30 שפות, זה תמיד cool), וכמובן, מציעים את תא הדואר האלקטרוני שלהם להתכתבות. דף עשיר בתכנים, בקישורים ובשימוש בקבצי קול, לדוגמה, הוא זה של רייצ'ל בת ה-13 משיקגו ב-

http://www.mcs.net/~kathyw/rachel.html

גם בדף של טילה, בת למשפחה יהודית מאנגליה, נוכל למצוא מידע חביב עליה, על משפחתה ועל החתולים שלה וסיפורים וציורים -

http://www.reading.ac.uk/~veskeinr/tilla.htm



יש גם אתרים משפחתיים, כמו למשל זה של משפחת בואן, שמלבד המידע על המשפחה, על הילדים ועל עיסוקיהם השונים, ניתן למצוא גם בו עשרות קישורים לאתרים מיוחדים לילדים:

http://www.comlab.ox.ac.uk/oucl/users/jonathan.bowen/children.html

הקלות בה ילדים יכולים לפתוח אתרים ברשת נובעת, בין היתר, מהעובדה שחברות רבות מציעות בניית דפי בית חינם ומספקות את תוכנות ה-HTML ואת ההדרכה באתרים שלהן; למשל:



http://www.angelfire.com/ או
http://www.geocities.com/

אם לילד אין סבלנות לבנות דף בית בעצמו, הוא עדיין יכול להשאיר את חותמו ברשת על ידי ביקור או כתיבה באתרים כמו "חדשות לילדים" ו"המרחב (של) הילדים", המוקדשים לאירועים בהם מעורבים ילדים, לתחרויות סיפורים ויצירות, להמלצות של ילדים על משחקי מחשב ועל אתרים מהנים, להתכתבות על נושאים מחיי בית הספר ולשיחות בין ילדים ב-"Chat Room". אתרים אלה נבנים על ידי אנשי חינוך, המבקשים לנצל את טכנולוגיית הרשת על מנת להעשיר את הלמידה של הילדים, להעניק להם כישורי מחשב בסיסיים (כמו שימוש בדואר אלקטרוני) ולפתוח את הלמידה אל מעבר לקירות בית הספר, באווירת "הכפר הגלובלי", ותוך עידוד הקשר בין ילדים במדינות שונות:



http://www.kids-space.org/



http://www.vsa.cape.com/~powens/Kidnews.html

הרשת מציעה עשרות אתרים של ספרים, של משחקים ושל דברים שמעניינים (לדעת מקימי האתרים) ילדים. אתר ובו הכוונה לספרות ילדים ברשת הוא:

http://www.acs.ucalgary.ca/~dkbrown/index.html

עשרות מוזיאונים וירטואליים לילדים נפתחו, ובהם תערוכות ומוצגים לילדים, חומרים לעבודות חקר בנושאים שונים, החל מהחלל וכלה באוקיינוסים, הצעות לניסויים ולפעילויות בכיתה, אפשרות לקשר עם מומחים ותמיכה של צוות מדעי וחינוכי למורים ולתלמידיהם.

המוזיאון "תגלית" בסן חוזה:

http://www.cdm.org/

מוזיאון הילדים במנהטן:

http://www.cmom.org/

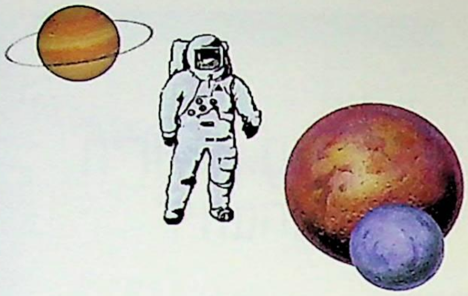


כפר המדע לילדים בפריס:

http://www.cite-sciences.fr

מוזיאון "אאוריקה" לילדים באנגליה:

http://ourworld.compuserve.com/homepages/Eureka_Museum



אתר "ילד הכוכבים" של NASA:
(http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild)

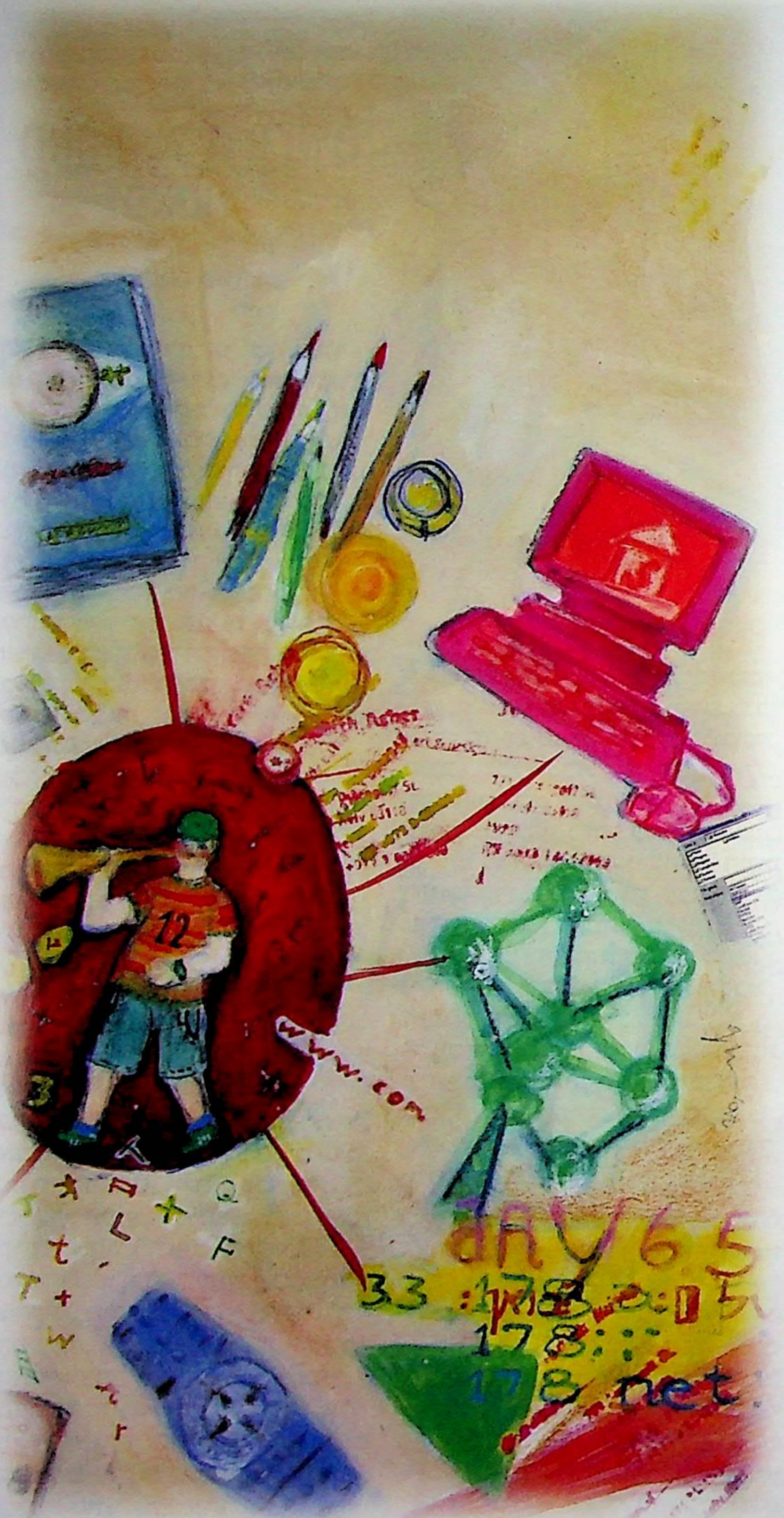




מיועד לילדים חובבי אסטרונומיה, המבקשים ללמוד את רזי היקום והחלל.
כמובן, שקיימים ברשת גם עשרות אתרים של משחקים, שעשועי מחשב, תוכנות חופשיות
,(http://www.gamesdomain.com/tigger/)



עיתונים וירטואליים לילדים ואתרים של חברות מסחריות, שקהל היעד שלהן הוא ילדים (והוריהם). "דיסני", "ברבי" ומותגים אחרים הם בעלי נציגות נרחבת ברשת, באתרים מעוצבים ועתירי מדיות, שנועדו "ללכוד" את תשומת לבו של הלקוח הפוטנציאלי. צריך רק להקיש את המלים "Children" או "Kids" באחד ממנועי החיפוש, ומיד תתקבל על המסך רשימה עצומה של אתרים. אין ספק, שילדים יכולים "ללכת לאיבוד" ברשת ולמצוא את עצמם באתרים "לא חינוכיים". ישנם פתרונות טכנולוגיים לכך, שחוסמים קבוצות של כתובות (URL) ושאינם מאפשרים גישה מהמחשב הבית ספרי לאתרים שכאלה.
אולם המתרחש במחשב הביתי הוא בתחום פיקוחם של ההורים, שעליהם מוטלת כעת האחריות הנוספת להדריך את ילדיהם גם במבוכי העולם הווירטואלי.

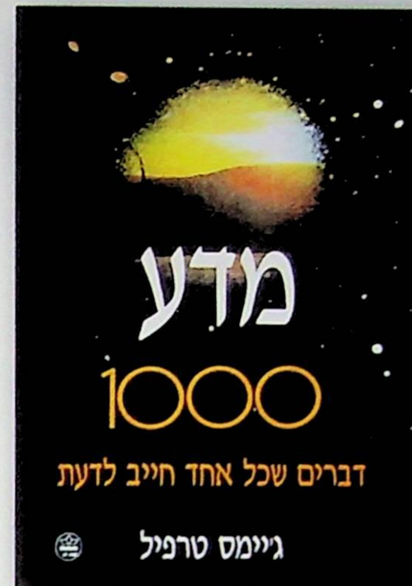


האם העלים ירוקים "באמת"?

יבשם עוזגד

אלף נשיקות לך, אהובתי; אלף סליחות מאחינו בני עדות המזרח; אלף כבאים לא יצליחו לכבות את גידי גוב; ועכשיו, לקראת תום האלף השני לספירה הנוצרית, מוגשת לנו גם רשימה של אלף דברים, שלדעת ג'יימס טרפיל, כל אחד חייב לדעת. מה זה חייב? מי זה "כל אחד"? "כל אחד" הוא, כנראה, כל מי שרוצה להיות בעניינים, להיות אין; כל מי שרוצה לנהל שיחה קצרה ומנומסת בסגנון ה"סמול טוק" המערבי המשוכלל על המדשאה של השגריר או המנכ"ל או השר או התעשיין. "כל אחד" זה כל אחד. נו, אפשר להניח בביטחון יחסי, שזה לא כולל את מסעודה משדרות. בעניין ה"חובה" לדעת, העניין קצת יותר מורכב. מסגנון הכתיבה של הספר הזה עולה בבירור תחושה של ניסיון להקל על מי שמבקש ללמוד כיצד לומר כמה משפטים פשוטים וברורים. מין רשימה של "כללי אצבע", בלי מאמץ אמיתי להסביר את הדברים. מי שמדפדף בספר עשוי בהחלט לקלוט כמה מעובדות החיים, אבל זה על אחריותו בלבד. בשורה התחתונה, הוא יישאר עם "ידע כאילו", שהוא, אם תרצו, מעין אנטי תיזה לאחיו התאום, ה"ידע כזה". מעבר למטרה האמיתית של המחבר, שהכתיבה באופן טבעי את סגנון הכתיבה, אפשר לבחון את רשימת האלף עצמה ולנסות לעקוב אחר הקריטריונים, שלפיהם נבחרו אלף נושאי השיחה המדעיים המומלצים לצפונים מכל העולם. למשל: האם באמת חיוני שכל אחד ידע כי "גזעי עצים גדלים בשכבה שמתחת לשעם", וכי "אזור חלוקת התאים בגזע העץ נקרא קמביום"? בגישה מעט יותר קפדנית (שאולי אינה במקומה כאן), יש מקום לנסות ולבחון את אמיתות המידע. למשל, האם נכון יהיה לטעון, כי "למעשה, העלים אינם 'משנים' את צבעיהם בסתיו. הם נראים בדרך כלל ירוקים, כי הם מכילים כלורופיל, אבל כשהעלה מת הכלורופיל נעלם, והצבעים האחרים, השייכים לחומרים שהיו בעלה כל הזמן, צצים ונגלים לעין". באותה מידה של היגיון אפשר יהיה לטעון, שגדר צבועה ירוק אינה ירוקה "באמת", מכיוון שכשהצבע הירוק ידהה ויתקלף, ייחשף צבעו ה"אמיתי" של הברזל, שממנו עשויה הגדר.

לסיכום, מי שלא יודע אלף עובדות מדעיות בסיסיות מראש, יתקשה לדלות מתוך רשימת האלף של טרפיל את מעט המידע המדויק והמסודר שהיא מכילה.



מדע - 1,000 דברים שכל אחד חייב לדעת

ג'יימס טרפיל
תרגום: דפנה עמית
כריכה קשה
הוצאת כתר
289 עמ'
מחיר 67 שקל

הגשה מקורית:	•
איכות גרפית	•
דיוק מדעי:	• •
בהירות לשונית:	• •

מילניום - המאה ה-21 כבר כאן

גירלד סלנטה
תרגום: ברוך קורות
הוצאת איגוד לשכות המסחר
252 עמ'
כריכה קשה
מחיר: 94 שקל

הגשה מקורית:	•
איכות גרפית	•
דיוק מדעי:	• •
בהירות לשונית:	• • •

הכותב הוא סופר, עיתונאי ודובר מכון ויצמן למדע

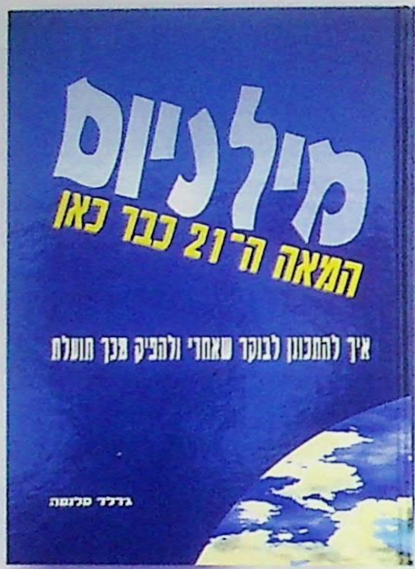
דוגמית מסחרית מהעתיד

יבשם עוזד

בימי תפארתן של ממלכות ישראל ויהודה, כשבית המקדש ניצב על תלו, יכולנו כולנו להיות נביאים, חכמים ויודעי תורה. אבל מאז חרב בית המקדש, והנבואה ניתנה למי שניתנה, קשה מאוד להתנבא, בייחוד באשר לעתיד. מצב העניינים הזה (מחסור במידע על העתיד) יוצר, באופן טבעי, ביקושים גדולים ומעלה את מחיר שירותיו של הנביא.

אלווין טופלר, אבי הנביאים המודרניים, פתח את הקריירה המזהירה שלו בניתוח (שהיה בזמנו) מקורי על אופיו הכללי, המבני, של העתיד הצפוי לנו. בהלם העתיד לא טרח טופלר לתאר עתיד ספציפי כלשהו. במקום זאת הפנה את הזרקור לעובדה - המדהימה כשלעצמה - שהעתיד מסתער עלינו במהירות גוברת והולכת, מה שיוצר מעין "אפקט דופלר", המקצר את "אורך הגל" של העתיד, כלומר, המקצר את משך הזמן שניתן לנו כדי להגיב על שינויים ולהסתגל אליהם. הלם העתיד, שהיה בזמנו לא יותר מאשר נבואת זעם שנויה במחלוקת, כבר מזמן אינו עניין לנבואות. הוא כבר כאן, והוא מתגבר והולך. ואנחנו מודעים לקיומו, כמעט כפי שאנו מודעים לאוויר שאנו נושמים.

מהיום ואילך כל נבואה חייבת לכלול בתוכה את מרכיב הזמן המתקצר כנתון, שבלעדיו אין משמעות לנבואה עצמה. אין שום משמעות לנבואה כגון "יהיה טוב", אם אין מתלווה אליה סרגל זמנים מדויק, שהשנתות בקצהו האחד צפופות יותר מהשנתות בקצהו השני. כך חדלה הנבואה להיות עניין שבנפש ונעשתה מקצוע כמעט מדעי, הכורך חישובים ונוסחאות עם אינטואיציה. ג'רלד סלנטה, מחבר הספר שלפנינו, הוא מעין "נביא מדעי" שכזה. למעשה, הוא בעל חברה המעניקה שירותי



ייעוץ באשר לעתיד, בדומה לחברות המעניקות שירותי ייעוץ ארגוני, משפטי או כלכלי וכו'. למען האמת, ספרו נראה כעין חוברת פרסומית שנועדה, בראש ובראשונה, לשווק את שירותי החברה של מחברו.

כיצד משווקים שירותי נבואה? פשוט מאוד: מספרים על נבואות עבר שהתגשמו. כאלה יש לסלנטה מלוא הסל. נבואות יפות, שכנראה סייעו לחברות רבות להגדיל את רווחיהן ואת נתחי השוק שלהן בתחומיהן. סלנטה מספק נתונים ותיאורי תהליכים כלכליים מדויקים ומרתקים, רק שאלה מסייעים לנו להבין טוב יותר את מה שקרה לנו בעבר. גם הנבואות שלו באשר לעתיד מתייחסות ברובן לתהליכים שמוכרים לנו מן ההווה.

ייתכן, שמדובר כאן בעוד הדגמה להאצה המתמדת של הלם העתיד, אבל ייתכן, שסלנטה נותן לנו רק דוגמיות מסחריות קטנות. את הסחורה האמיתית הוא, הרי, מקווה למכור בכסף מלא. בעצם, הוא לא נותן "לנו" שום דבר, ולא מקווה למכור "לנו" שום דבר. הספר כתוב במפורש ובמפגיע לעיניו של קורא אמריקני, כש"שאר העולם" ממלא בספר רק תפקיד של "אוקיינוס תגובות", שיש לו השפעות כאלה או אחרות על היבשת האמריקנית. מי שיהיה מסוגל לסנן את ההטייה הזאת יוכל, פה ושם, לקבל רעיונות כלליים באשר לעתיד הקרוב מאוד (שלוש עד חמש שנים. ליותר מכך איש אינו מעז להתנבא בעידן הלם העתיד). מי שלא יצליח להתאים את

הספר למציאות הישראלית, יספוג בעיקר את אמונתו של סלנטה בכוחה הכמעט מאגי של החשיבה החיובית, המסייעת להתגבר על שינויים ולהסתגל אליהם. אבל בשביל זה די לדבר עם אמא שלך או עם חבר טוב. בשביל זה לא צריך לא נביאים ולא נבואה.

יצירה מקומית

תוכנית חקר העוקבת אחר נדידת ציפורים ממושדרות לוויין, מאפשרת לתלמידים לרכוש מיומנויות עבודה מתקדמות

תגלית מדעית

ד״ר מירי רוזנבוים, ד״ר רות זוזובסקי

בכתב המדעי של עיתון מעריב פירסם ב-23.7.97 כתבה תחת הכותרת: "5,000 חסידות נתקעו בישראל". בין היתר נאמר שם, כי, לדברי חוקרים, מדובר בתופעה חריגה: "שקע ים סוף עמוק ביותר שנחת בישראל במארס ובאפריל השנה, עצר את נדידת החסידות". ידיעות מסוג זה, שמקורן בדרך כלל אוניברסיטאי, מתפרסמות מדי פעם בעיתונות. המיוחד בידיעה זו הוא שתלמידים ומורים מפרוייקט "הציפורים הנודדות אינן יודעות גבולות" היו שותפים ל"תגלית" המיוחדת. בדומה לחוקרים באוניברסיטה, הבחינו משתתפי הפרוייקט בתופעה יוצאת הדופן, ובדומה לחוקרים העלו השערות להסבר התופעה.

חוויית למידה, שבה הלומד שותף פעיל לתהליך המחקר המדעי בעצם היווצרו, נכונה לתלמידים המצטרפים לפרוייקט הציפורים הנודדות, שיזמה החברה להגנת הטבע במימון "מחר 98" במשרד החינוך, במסגרת היוזמות הארציות. ייחודית לפרוייקט זה היא הלמידה האותנטית של התלמידים בעזרת נתונים בזמן אמת המגיעים אליהם באמצעות האינטרנט. את הקשר בין החוקרים למערכת החינוך יזם ד״ר יוסי לשם מאוניברסיטת תל אביב, החוקר מספר שנים את נושא הנדידה בארץ. מחקרי הנדידה מתבצעים, בין השאר, על ידי הצמדת משדרים נקלטי לוויין לציפורים. המשדרים אותות ללוויין המקיף את כדור הארץ כל 90 דקות, ומאפשרים איכון מדויק של הציפור המשדרת בדיוק של כ-300 מ' (אמצעים אחרים הם תצפיתנים, דאונים וטיבועים). מידע זה מגיע באמצעות האינטרנט לעמדת המחשב האישית של כל תלמיד. באופן זה התלמיד מתעדכן מדי יום לגבי קצב ההתקדמות היומי של החסידה או של העיט. בעזרת הנתונים הללו ניתן להשוות בין מרחק התעופה היומי של ציפור נודדת כמו החסידה או העיט לעומת זה של ציפור שאיננה נודדת, כמו הנשר. כמו כן ניתן לעקוב אחר בחירת מקומות החנייה של הציפורים לאורך מסלול הנדידה. בעזרת תמונות של לווייני מזג אוויר המתעדכנות מדי יום באינטרנט, התלמיד מקבל נתונים בזמן אמת גם על מזג האוויר לאורך מסלול הנדידה (הקשורים לאי יציבות אטמוספירית, מצב בו הציפור לא יכולה לנדוד), על הטמפרטורות לאורך המסלול, על אורך היום במקומות שונים לאורך המסלול, ועוד. מידע זה מאפשר לו להעלות השערות בקשר לגורמים סביבתיים שונים המשפיעים על הנדידה, כמו למשל, האופן בו משפיע מזג האוויר על הנדידה או על קצב ההתקדמות היומי של הציפור הנודדת.

מירי רוזנבוים היא מרצה בסמינר הקיבוצים. רות זוזובסקי היא מרצה בסמינר הקיבוצים ומפתחת חומרי למידה במכ״ט





חיבור משדר נקלט לוויין לגב החסידה

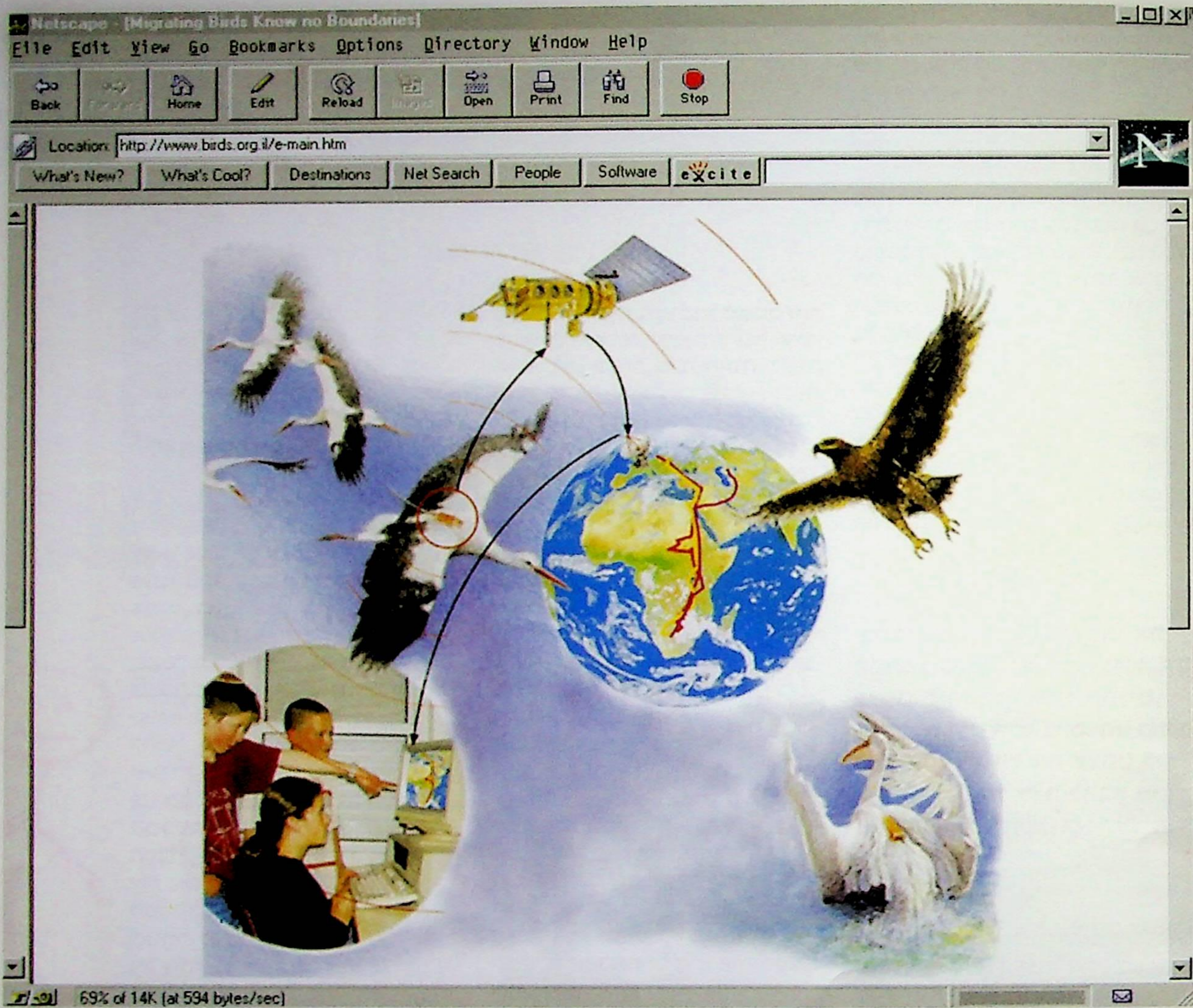
כלומר, מאפיין חשוב נוסף של התוכנית הוא רב תחומיותה. ניתן לשלב בה נושאים מדיסציפלינות שונות כמו גיאוגרפיה - קווי אורך וקווי רוחב, אקלים, פיסיוגרפיה - או ביולוגיה - אקולוגיה, התנהגות, קשר בין מבנה לתפקוד - ולהצביע על הקשר של אלה לאדם, כמו למשל, הקשר בין מסלולי הנדידה למסלולי התעופה של מטוסים אזרחיים וצבאיים ולתאונות מטוסים.

בעזרת תמונות של לווייני מזג אוויר המתעדכנות מדי יום באינטרנט, התלמיד מקבל נתונים בזמן אמת. מידע זה מאפשר לו להעלות השערות בקשר לגורמים שונים המשפיעים על הנדידה

קבוצה חלוצית של מורים שעברה השתלמות בקיץ 1996, החלה להפעיל את התוכנית בתשנ״ז בכתשעה בתי ספר בחטיבות הביניים ברחבי הארץ ובמכללת סמינר הקיבוצים. בשנה זו של "חבלי הקליטה" של התוכנית היה צורך להתמודד עם מספר בעיות:

* הצורך למצוא מסגרת שעות הוראה למורה בנושא.
* הצורך לבסס את תשתית המחשבים בבית הספר על מנת שתתאים לפרוייקט.
* הצורך לפתח חומרי למידה ואמצעי עזר להוראה.

תהליך הטמעתה של התוכנית בבתי הספר ממשיך, וההוראה השתפרה מאוד על סמך הניסיון שנצבר בתשנ״ז. בשלושה בתי ספר ההוראה מתבצעת בעבודת צוות משותפת של המורה לגיאוגרפיה והמורה לביולוגיה. עבודת צוות זו מאפשרת כיסוי נרחב יותר של הנושא וביטוי מובהק של רב תחומיותה. כמו כן מתקיימות השנה השתלמויות בהוראת התוכנית בשלושה מרכזי מורים אזוריים ברחבי הארץ, והתוכנית שולבה במסגרת ההוראה גם במכללת דוד ילין בירושלים. צוות הפרוייקט כולל את ד״ר יוסי לשם העומד בראש היוזמה, את ד״ר מירי רוזנבוים, מרכזת היוזמה, את ד״ר רות זוזובסקי, יועצת פדגוגית,



תלמידים עוקבים אחר מיקום הציפורים במהלך נדידתן

את מר יאיר בן ארי, יועץ אקלים ואת ד"ר יורם עשת, יועץ מחשוב. בתשנ"ז פיתח צוות הפרוייקט בשיתוף עם קבוצת המורים המובילים חומרי למידה המרוכזים באוגדן למורה. האוגדן בנוי באופן מודולרי, ומורה יכול לבחור מתוך היצע של 30-40 פעילויות, ברצף הפעילויות המתאים לו, בהתאם לצרכיו ובהתאם לתחום ההוראה שלו.

חומרי הלמידה כוללים:

* כ-25 פעילויות בסיס, המיועדות בעיקר למלא חסרים בדיסציפלינות שונות או לבסס ידע מוקדם כגון התמצאות במפות. בפעילויות אלה נעשה שימוש במקורות מידע שונים באתר ומחוצה לו.
* כ-15 הצעות לפעילויות חקר המציגות, בדרך כלל, בעיה, שלצורך פתרונה ניתן לעשות שימוש במקורות מידע שונים הנמצאים באתר ומחוצה לו.

מורה המפעיל את התוכנית, מקבל קלטת וידיאו ועליה מספר סרטים בנושא הנדידה. סרטים אלה משלימים את הלמידה ומוסיפים לה מימד חווייתי.

אפיון חשוב נוסף שהצוות מקווה לפתח השנה, הוא התקשורת בין תלמידים. תלמידים ממקומות שונים בארץ יוכלו לתקשר ביניהם באמצעות הדואר האלקטרוני שבאתר, להחליף חוויות, מידע ודיעות. בתשנ"ז זכה הפרוייקט לחשיפה בפני אנשי חינוך ממקומות שונים בעולם, הציפייה היא, שעם הפעלת אתר הציפורים הנודדות הדו לשוני (עברי-אנגלי. בעתיד מקווים לתרגם אותו גם לערבית), ילמדו גם תלמידים מאירופה, מאפריקה ואפילו מארצות הברית את נושא הנדידה באמצעות האתר ויחזקו את הצורך ואת העניין שבתקשורת בין הלומדים באמצעות הדואר האלקטרוני.

כתובת האתר:

http://www.birds.org.il

ידע מחשב

זמירה מברך, המדענית הראשית של משרד החינוך, עוקבת זמן רב אחר ציורי ילדים, בהם מתארים הילדים את עצמם ביחס למחשב, והיא בהחלט מזהה שינויים

רק אני והמחשב שלי

נועם אורדן

כבר עשר שנים שפרופ' זמירה מברך, המדענית הראשית של משרד החינוך, מגיעה לבתי ספר בארץ ומבקשת מתלמידים לצייר את עצמם בכיתה ומול המחשב. כמי שחוקרת הוראת מתמטיקה ומחשבים, זאת הדרך שלה להיות עם אצבע על הדופק הרגשי של הילדים. המדידות שלה מראות דופק מואץ אצל ילדים מסוימים, לפעמים מתוך פחד, לפעמים מתוך התרגשות ועניין, ואצל אחרים, אם להמשיך ולמתוח עוד קצת את המטאפורה, מספר זעום של פעימות לדקה, כשהמחשב מביא אותם על סף מוות קליני מתוך שעמום והעדר הזדמנות לקשר אנושי. יש בין התלמידים מי שעדיין מעדיף את חיוך המורה על פני כתובת צבעונית מהבהבת, המבשרת לו ממרכז המסך: "כל הכבוד, הצלחת, עבור לתרגיל הבא". את מה שניתן להסיק בינתיים מן המחקר ניתן היה אולי לצפות מראש. כלומר, העובדה שהיחס הכללי היום אל הטכנולוגיה כבר אינו כרוך כל כך באלמנטים של פחד לא צריכה להפתיע אף אחד. סך הכול, השנים עשו את שלהן, והמחשבים הפכו, במידה זו או אחרת, לשגרה. מעבר לכך, מחשבי העבר, שהיו שונאי אדם מוצהרים, הפכו לטיפוסים רבי חן וידידותיים בהרבה מרוב הברנשים האחרים שמסתובבים בשכונה. אלא שהציורים, כשמסתכלים עליהם אחד אחד וכשנמנעים מסטטיסטיקה שחובקת את כל ילדי ישראל - כזאת שמככבת לרוב בשערי העיתונים היומיים - צופנים בחובם ערך מוסף שאינו מתבטא דווקא בהשערות פסיכולוגיות מלומדות ומאוששות.



"כשנכנסו המחשבים לבתי הספר בצורה יותר מסיבית, לפני 10-15 שנה", מספרת מברך, "תלמידים עבדו בעיקר עם תוכנה של מט"ח בשם 'תואם'. התוכנה היתה בנויה על תוכנית הלימודים במתמטיקה מכיתה א' עד ח' ומורכבת ממסלולים נושאיים – מספר, חיבור, חיבור ארוך, חיסור וכן הלאה. זאת היתה תוכנה מאוד סגורה; התלמיד התבקש לענות על שאלות תוך זמן קצוב בדרך שבה המחשב חייב אותו. אם ענה נכון, היה מקבל הודעה מסוימת; אם טעה, קיבל הודעה אחרת. בקיצור, תוכנית מסורבלת משהו ולא ידידותית במיוחד למשתמש.

"בדקתי את התוכנית הזאת לעומק ובאיזשהו שלב – הטריגר היה הכנסה של מחשבים לגני הילדים – החלטתי לבדוק את היחס של הילדים למחשב. בדרך כלל אנחנו נוהגים להתייחס רק לצד הקוגניטיבי של המדיום, אבל אני רציתי לבדוק גם את האימפקט הרגשי שלו. הדבר היחיד שעשיתי לצורך העניין היה לבקש מהילדים לצייר את עצמם עובדים מול המחשב, ציורים שנתנו להם את הכותרת 'אני והמחשב'. התוצאות היו מדהימות: יכולת לראות ילד קטן ואבוד מול משהו גדול ומאיים. זה הממ אותי. בציורים היה משהו מאוד חזק, בלתי אמצעי.

מניתוח הציור אני יכולה לדעת מה הרגיש מי שצייר אותו, שלא לדבר על כך, שכאן מדובר ב'ציור אישי', שהוא מרכיב מאוד בסיסי במבחנים פסיכולוגיים. ציור, כידוע, הוא דרך מקובלת להתמודד עם פחדים

"השתמשתי בזה ככלי אבחוני, בעיקר כפי שפותח על ידי גודנהאו. מניתוח הציור אני יכולה לדעת מה הרגיש מי שצייר אותו, שלא לדבר על כך, שכאן מדובר ב'ציור אישי', שהוא מרכיב מאוד בסיסי במבחנים פסיכולוגיים. מה שעלה לי בראש היו ציורי מערות של האדם הקדמון, שנתגלו בדרום צרפת. אנשי המערות ציירו את עצמם מאוימים על ידי בעלי חיים. ציור, כידוע, הוא דרך מקובלת להתמודד עם פחדים.

"מבחינה מתודולוגית יש לנו כאן כלי, שמאפשר לנו ללמוד איך התלמידים מרגישים בסביבות למידה טכנולוגיות. בניגוד לשאלונים, בהם הם צריכים לענות על אוסף ארוך ומשעמם של שאלות עם תשובות מוכנות – 'אני אוהב לעבוד עם המחשב', 'אני אוהב לעבוד בכיתה', 'אני אוהב חשבון' – ואחר כך לדרג כל דבר מאחד עד חמש, כאן הילד צריך להביע את עצמו ולא כל כך ברור לו מה הציפיות ממנו, והאם יש פה בכלל איזושהי רצייה חברתית. הפעולה שלו מגיעה ישר מהבטן.

בתחילת הדרך ילדים ראו את המחשב ככלי דומיננטי, גדול. הם עצמם היו הרבה יותר קטנים, כלומר, הכלי שולט בהם. היו כאלה שבכלל לא ציירו את עצמם ליד המחשב. אפשר היה להבין מכך שהיכן שהיה מחשב, לא היה 'אני'

"בבוחן הקלסי של גודנהאו מבקשים מאדם לצייר את עצמו או סתם איש. על פי גיל הילד ניתן להבחין ברמת ההתפתחות הבאה: בהתחלה הוא מצייר מעין ראשן, כלומר ראש אליו מחובר חוט מוארך המייצג את הגוף, אחר כך הוא מוסיף יותר פרטים לגוף, מעין איברי גוף סכמטיים (שני קווים בשביל ידיים ושניים בשביל הרגליים). ככל שהילד מתפתח, הוא מגיע אל הפרטים הקטנים – אצבעות, ציפורניים, גבות, ריסים וכו'. יש, אם כן, מחוון מאוד ברור לקבוע את רמת ההתפתחות של הילד: ככל שיש יותר פרטים, הילד מפותח יותר. כמובן שיש כאן גם מרכיב איכותי: למה מחוברות הידיים שלו, לאן פונה הראש, האם הוא במרכז הציור או בצד, מה הגודל שלו וכן הלאה.

"לתלמידי בית הספר הוספתי את הבקשה לצייר את עצמם בכיתה, כדי להיות בטוחה שהפחד שלהם



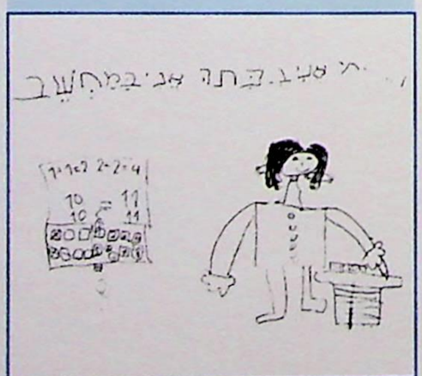
הציור האישי ככלי מתודולוגי

מהמחשב, במידה ויש כזה, אינו רק השלכה של הפחד שלהם מבית הספר בכלל, וגם כדי להשוות את היחס הרגשי שלהם באופן כללי אל המחשב ליחסם אל המציאות היומיומית בכיתה. כך הנחתי, שאם הילד יצייר את עצמו קטן וחסר פרטים ליד המחשב, הוא יצייר את עצמו באופן דומה גם בכיתה. כפי שאפשר לראות לפי התמונות, טעיתי, כמובן.

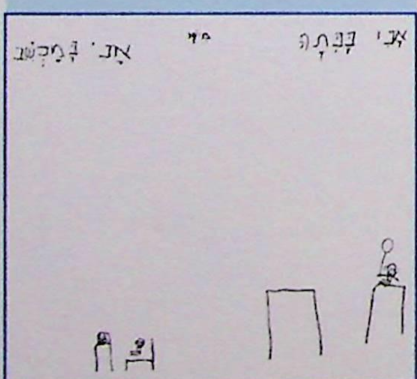
"בתחילת הדרך ילדים ראו את המחשב ככלי דומיננטי, גדול. הם עצמם היו הרבה יותר קטנים, כלומר, לא הם שולטים בכלי אלא הכלי שולט בהם. היו כאלה שבכלל לא ציירו את עצמם ליד המחשב. אפשר היה להבין מכך שהיכן שהיה מחשב, לא היה 'אני'. אני חושבת שאחד הדברים המפתיעים שנתגלו הוא, שגם היום, לקראת שנת 2000, המחשב הוא עדיין, לא פעם, מושא לפחד ולחרדה".



ציור 1: בחלק הדף של "אני בכיתה" ניתן לראות ציור עשיר, רווי פרטים. כשפני התלמידה עם הפנים אל הצופה. בחלק של "אני במחשב" חצי מהמקום לא מנוצל. התלמידה עם הגב אליו. השולחן ריק. למעט מסך המחשב. המשמש מעין מסגרת לראשה.



ציור 2: התלמידה תופסת את רוב השטח של "אני בכיתה". היא דומיננטית. מחייכת. יש לה נוכחות. בחלק של המחשב ציירה את עצמה במקום אחד. התחרטה, מחקה, ציירה את עצמה שוב ושוב, כנראה, ומחקה. היא אינה יודעת היכן מקומה ליד המחשב. המחשב תופס את רוב השטח.



ציור 3: ביקשו מן התלמיד לצייר את עצמו בכיתה ולצייר את בית הספר כולו. בכיתה התלמיד נראה כלוא בתוך מבנה. הוא אינו מחייך. הוא קטן. בחדר המחשב צייר את עצמו גדול. מחייך. מחזיק בלון בידו.



רוצה לדעת יותר?
אאוריקה!
המרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי
אוניברסיטת תל-אביב
1
2
3
100
בעולם בו ידע הוא שם המשחק, אתה חייב לדעת יותר. עכשיו, עם כתב העת החדש "אאוריקה", אתה גם יכול. "אאוריקה" פותח בפניך את עולם הידע של המחר בדרך מקורית ורעננה, בצילומי צבע ובפורמט מהודר, במיוחד לאנשי ההוראה בישראל.
תמורת 30 ש"ח לגיליון תוכל לקבל לביתך, לראשונה, רבעון הפונה אליך ומציב אותך בחזית הידע העדכני, בקריאה שהיא כולה חויה.
כאיש מקצוע, אין לך כלי טוב יותר.
לחתימה על מנוי חייג עכשיו:
03-6436753
"אאוריקה", ת.ד. 39017 מיקוד 61390, פקס' 03-6430427